Naturkunde

für die

humanistischen Gymnasien

von

[illegible]

II

Mineralogie

Naturkunde
für Mittelschulen.

Im genauen Anschluß an die kgl. allerhöchste Schulordnung vom 23. Juli 1891

von

Heinrich Morin,
Lehrer für Naturkunde und Zeichnen am k. Luitpold-Gymnasium zu München.

III. Teil: Mineralogie.

Mit 104, teilweise vom Verfasser selbst gezeichneten Illustrationen.

München und Leipzig.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1893

Vorwort.

Wie der Unterzeichnete in seinem dem botanischen und zoologischen Lehrbuche des Verfassers beigegebenen Vorworte auf gewisse Vorzüge gegenüber anderen Lehrbüchern hingewiesen hat, so möchte derselbe hiermit besonders eine empfehlende Eigenartigkeit des vorliegenden Werkes kurz hervorheben. Eine solche ist nämlich in der an die Beschreibung der einzelnen Mineralien angeschlossenen Erläuterung über technische Verwendung derselben zu erblicken, die bei manchen in einer sehr anschaulichen und verhältnismäßig ausführlichen Weise gegeben ist. Auch die Abschnitte über Erdgeschichte und Gesteinslehre sind in einer so anregenden und leicht verständlichen Weise verfaßt, daß sie im Verein mit den dem Texte eingefügten, meist trefflichen Abbildungen sicher dazu beitragen werden, das Interesse der Schüler zu fesseln und denselben Aufklärung über zahlreiche, auch beim geographischen Unterrichte zu behandelnde Naturerscheinungen zu verschaffen.

München im November 1893.

Dr. Heinrich Marzell,
Hauptlehrer an der städtischen Handelsschule.

Vorwort des Verfassers.

Auch bei dem III. Teil der Naturkunde, welcher sich seiner Anlage nach ebensogut den Anforderungen der humanistischen Gymnasien wie der technischen Mittelschulen anpaßt, hat der Verfasser, ohne eine genaue Systematik zu vernachlässigen, doch das Schwergewicht darauf gelegt, den an sich etwas trockenen Stoff durch Hervorhebung des Interessanten, durch zahlreiche Angaben über Gewinnung und Verwertung der Mineralien dem Schüler näher zu bringen.

Es ist für die Allgemeinbildung unerläßlich, nicht nur die Naturkörper zu kennen, sondern vor allem über die Beziehung etwas zu zu wissen, in welchen sie zu den Menschen stehen. Deshalb ist auch die Erdgeschichte, von den Naturwissenschaften wohl eine der anregendsten und fesselndsten, ausführlicher behandelt worden, als es sonst wohl in Lehrbüchern der Brauch ist. Es steht ja ganz im Belieben des Lehrers, dieses Kapitel, sobald der Stoff zu viel wird, der Privatlektüre des Schülers zu überlassen. Die Illustration konnte der Natur der Sache nach nicht so reich ausfallen, wie in der Botanik und Zoologie; doch konnte der Autor, dank der Freigebigkeit der Verlagshandlung, das Buch immerhin mit einigen bis jetzt noch in keinem Werk vertretenen Illustrationen ausfüllen.

Endlich sei dem Verfasser noch gestattet, an dieser Stelle Herrn Dr. Marzell, Hauptlehrer an der städtischen Handelsschule dahier, für manchen hochschätzbaren Rat bei der Durchführung der umfangreichen Arbeit seinen herzlichsten Dank auszusprechen.

München, 1. Dezember 1893.

Heinrich Morin.

Inhalts-Übersicht.

I. Teil. Mineralogie.

A. Kennzeichenlehre.

B. Betrachtung der wichtigsten Mineralien.

II. Teil. Erdgeschichte.

III. Teil. Gesteinslehre (138).

Einleitung.

Vor uns liegen mehrere Mineralien, z. B. ein Bergkrystall, ein Stück Steinsalz, Steinkohle u. s. w. Wir sehen vor allem den Hauptunterschied von den früher behandelten Naturkörpern, den Mangel des Lebens, der Bewegungsfähigkeit. Sie brauchen keine Stoffe zur Ernährung aufzunehmen und doch wachsen sie. Ihr Wachstum ist sogar ein unbegrenztes; aber es geschieht durch Ansetzen neuer Teile von außen her. Bei Tieren und Pflanzen sehen wir immer wieder neue, dem Stammwesen ähnliche Individuen hervorgehen; das Mineral aber entsteht nicht aus einem, ihm gleichen Naturkörper. Es ist meistens aus mehreren Grundstoffen zusammengesetzt, die unter sich und von ihm selbst vollkommen verschieden sind. In unserm Steinsalz z. B. sind zwei solcher Stoffe, ein gelbgrünes Gas und ein weißes, leichtes Metall miteinander verbunden. Das erstere, das Chlor, hat erstickenden Geruch, das letztere, das Natrium, schwimmt auf dem Wasser und zersetzt es zugleich. Von all diesen Eigenschaften sehen wir nichts mehr an dem Salz. Eine besondere Wissenschaft, die Chemie, beschäftigt sich damit, die Naturkörper in ihre Grundstoffe oder Elemente zu zerlegen.

Die Mineralogie hat es zunächst nur mit den Eigenschaften, dem Vorkommen sowie der Gewinnungsweise der, von jenen Elementen gebildeten, anorganischen Körper zu thun. Diesen letzteren Namen tragen sie, weil sie weder irgendwelche Organe noch Zellen besitzen, aus denen solche entstehen könnten. Starr wie der ganze Aufbau krystallisierter Mineralien sind auch die geraden Linien und Flächen, welche ihn begrenzen, während die organischen Körper Kurvenlinien zeigen. Beide aber gehorchen in ihrem Wachstum dem Gesetz der Symmetrie.

Während die organischen Körper nach einer bestimmten Zeit zerfallen, ist die Dauer der unorganischen eine unbeschränkte, so lange nicht gewaltsame, äußere Einflüsse eine Zerstörung veranlassen. Die grauen Fels-

häupter der Berge blicken seit unberechenbaren Zeiten auf zahllose Geschlechter von Tieren und Pflanzen hernieder, die seit ihrer Entstehung heranwuchsen und wieder verschwanden. Sie selbst verändern sich nicht; nur Luft und Wasser lockern und lösen allmählich ihre Bestandteile, zernagen ihre Oberfläche und führen unaufhörlich Stückchen derselben ins Thal hinab.

Die Berge, welche auf diese Weise abgetragen werden, bestehen selten aus einem Mineral, sondern fast immer aus Gesteinen. Das Mineral, z. B. der Kalkstein ist ein durchaus gleichartiger Naturkörper, das Gestein häufig ein Gemenge von mehreren Mineralien, die sich äußeren Einflüssen gegenüber natürlich auch verschieden verhalten. Der Granit besteht z. B. aus Feldspat, Quarz und Glimmer.

I. Teil. Mineralogie.

A. Kennzeichenlehre.

1. Allgemeine Begriffe.

Betrachten wir einmal näher ein Stück Steinsalz; wir können an demselben noch viele, für das Folgende sehr wichtige Beobachtungen machen. Wir haben ein farbloses wasserklares Stück vor uns; die dahinter gehaltene Hand ist sichtbar; dieses Mineral ist durchsichtig. Es gibt aber auch Salzstücke, welche durch Beimengungen rot, gelb, selten blau gefärbt sind. Sie lassen zwar das Licht noch durch, aber keine Form mehr erkennen, sind also durchscheinend.

Die Gestalt des vorliegenden glashellen Steinsalzes ist die des Würfels: ihn begrenzen sechs zu je dreien im rechten Winkel zusammenstoßende Flächen. Legen wir eine Messerschneide auf den Würfel und zerspalten letzteren durch einen Schlag, so erhalten wir 2 oder mehrere kleinere Stücke, deren Flächen wieder genau dieselben Winkel zeigen. Das vorliegende Steinsalz ist also ein Krystall, dessen Flächenwinkel einem Naturgesetz gemäß immer dieselben bleiben.

Nicht alle Mineralformen sind Krystalle; an einem Stück derben Steinsalzes sehen wir z. B. krystallinisches Gefüge; es besteht aus einer großen Menge kleiner, unvollkommener, dichtverwachsener Kryställchen. Mineralien, welche keine selbständigen Krystallformen besitzen, deren Formen also zufällige sind, nennt man amorph (d. i. gestaltlos), z. B. der Speckstein.

Nehmen wir nun den letzteren und versuchen ihn mit dem Fingernagel zu ritzen. Bei ihm wird es leicht gelingen, bei dem Steinsalz aber nicht. Dagegen können wir das letztere mit einem Bergkrystall und diesen wieder mit einem Diamant ritzen. Die Mineralien besitzen also eine verschiedene Härte. Man hat zur Kennzeichnung derselben eine aus 10 Mineralien bestehende Skala gebildet, welche mit dem weichen Talk beginnt und mit dem sehr harten Diamant endet; jeder folgende Körper dieser Skala vermag mit einer Kante eine Fläche des vorhergehenden zu ritzen.

Die Härteskala lautet: 1. Talk, 2. Gips, 3. Kalkspat, 4. Flußspat, 5. Apatit, 6. Feldspat, 7. Quarz, 8. Topas, 9. Korund, 10. Diamant.

Werfen wir ein Steinsalzwürfelchen ins Wasser, so verschwindet es allmählich; der Bergkrystall behält seine Gestalt unverändert bei. Es gibt also lösliche und unlösliche Mineralien. Damit hängt es auch

zusammen, ob dieselben, mit der Zunge untersucht, eine Geschmacksempfindung hervorrufen können oder nicht.

Erhitzen wir endlich ein Stück Schwefel in einem Blechlöffel über einer starken Flamme, so schmilzt es unter Knistern. Quecksilber würde durch Verdampfung vollständig verschwinden (Quecksilberdämpfe sind giftig; der Versuch darf also nicht gemacht werden). Gips zerfällt in ein weißes Pulver; manche Metalle würden nur bei sehr großer Hitze, der Graphit bei den von uns erreichbaren Hitzegraden gar nicht schmelzen. Die Mineralien zeigen also beim Erhitzen ein sehr verschiedenes Verhalten.

2. Krystallographie. (Vgl. Fig. 1.)

Nicht alle Mineralien krystallisieren in der Form des Würfels. Wir sehen am Bergkrystall sechsseitige Pyramiden, am Kalkspat Rhomboeder u. s. w. Immer lassen sich die Richtungen, nach denen das Flächenwachstum eines Krystalls erfolgt, durch gerade Linien bezeichnen, die sich im Mittelpunkt desselben schneiden. Diese Linien nennt man Achsen, und nach der Länge und Stellung dieser Achsen unterscheidet man die Krystallisationssysteme. Es gibt sechs solcher Systeme, jeder Krystall gehört einem derselben an. Man nennt dieselben kurz wie folgt:

1. Regulär oder tesseral mit drei gleich langen, im Mittelpunkt sich rechtwinklig schneidenden Achsen. Hierher: das reguläre Oktaeder (Fig. Ia) (Magneteisenstein, Diamant), der Würfel (Fig. Ib) (Steinsalz, Bleiglanz), das Rhombendodekaeder (Fig. Id) (Granat), das Tetraeder (Fig. Ic) (Fahlerz).

2. Quadratisch oder tetragonal mit drei senkrechten Achsen, von denen die Hauptachse länger oder kürzer ist.

3. Hexagonal mit vier Achsen; davon drei in einer Ebene, mit ihren Endpunkten ein reguläres Sechseck bildend, die Hauptachse senkrecht durch dessen Mittelpunkt, länger oder kürzer als die Nebenachsen. Die sechsseitige Doppelpyramide (Fig. IIIa) tritt häufig durch Abstumpfung der Randkanten in Verbindung mit einer sechsseitigen Säule auf. (Gewöhnliche Form des Bergkrystalls.) Die halbflächige Form des Rhomboeders (Fig. IIIc) (Kalkspat) gehört gleichfalls hierher.

4. Rhombisch mit drei sich senkrecht schneidenden, ungleichen Achsen. Aus der Grundform des rhomb. Oktaeders (Fig. IVa) entstehen durch Kantenabstumpfung die Krystallform des Bittersalzes (Fig. IVf) u. s. w. Nach diesem System krystallisieren z. B. Schwefel und Topas.

5. Monoklinisch mit zwei, sich unter schiefen Winkeln schneidenden Achsen, durch deren Ebene und Schnittpunkt die dritte senkrecht geht (Fig. Vb). Kali-Feldspat und Gips gehören diesem System an.

6. Triklinisch mit drei schiefen, ungleichen Achsen (Kupfervitriol).

Die Krystallographie ist für wissenschaftliche Zwecke unentbehrlich; im Vorliegenden konnte sie freilich der Vollständigkeit halber nur in kurzen Umrissen gegeben werden, da ja der Schwerpunkt des Unterrichtes auf ganz anderer Seite liegt.

Selten sind Krystalle rein und regelmäßig ausgebildet; sie erscheinen durch ungleichmäßige Ausbildung einzelner Flächen oft sehr verzerrt, wie z. B. häufig der Bergkrystall (Fig. VII). Meistens sind Krystalle nur an einem Ende frei ausgebildet; mit dem anderen sind sie aufgewachsen und bilden nicht selten eine Druse, wie z. B. der vorgenannte.

Zuweilen tritt ein Mineral in einem ganz anderen Krystallisationssystem auf, als ihm eigentlich zukommt: es hat den Raum eines wieder durch irgendwelche Ursachen verschwundenen Krystalls nach Art eines Gipsgusses ausgefüllt. (Sog. „Pseudomorphismus".)

Zum besseren Verständnis der Krystallformen kann man sich Modelle derselben herstellen. Dies geschieht mit Hilfe von Netzen, welche die sämtlichen Flächen der Krystallform in einer zusammenhängenden, ebenen Figur darstellen. Die Figuren 2—10 (siehe die am Schlusse angeheftete Tafel) zeigen solche Netze zu mehreren häufigen Krystallformen verschiedener Systeme und zwar:

1. Würfel (Fig. 2),
2. reguläres Oktaeder (Fig. 3),
3. Rhombendodekaeder (Fig. 4),
4. Pentagondodekaeder (Fig. 5),
5. Tetraeder (Fig. 6),
6. tetragonales Prisma mit Pyramide (Fig. 7),
7. Rhomboeder (Fig. 8),
8. hexagonales Prisma mit Pyramide (Fig. 9),
9. Monoklines Prisma mit dachförmiger Zuschärfung (Doma) (Fig. 10).

Will man sich die Modelle herstellen, so vergrößert man sich zweckmäßig die Netze zuerst, indem man die Flächen in Dreiecke zerlegt und ein Dreieck nach dem andern mit Hilfe des Zirkels in doppelter bis dreifacher Größe konstruiert, was zugleich eine sehr gute geometrische Zeichnungsübung ist. Auch beachte man, daß bei den meisten Netzen sehr viel Parallele entstehen, und prüfe deren Genauigkeit.

Hat man die Netze auf starkes Kartonpapier gezeichnet, so schneidet man sie samt den daran befindlichen Klebekanten aus und ritzt die letzteren und die Biegekanten zwischen zwei Flächen mit einem Messerchen, damit sie sich leicht und genau biegen lassen. Hierauf bestreicht man die Klebekanten mit dickem Gummi und läßt sie trocknen; sie werden dann beim Anfeuchten viel besser halten, als wenn man die frisch bestrichenen Papierflächen kleben wollte.

Nun klebt man die Flächen aneinander, so daß allmählich ein Hohlkörper entsteht, und hält sie bis zum Trocknen vorsichtig fest, worauf man auch die letzte Öffnung schließt. Zur Haltbarkeit und Schönheit der Modelle trägt es viel bei, wenn man dieselben, sobald sie ganz getrocknet sind, mit mehreren Lagen einer dicken Schellackfarbe bestreicht. Die letztere stellt man sich durch Auflösen einer Siegellackstange von beliebiger Farbe in erwärmtem Spiritus leicht selbst her.

I. Tesserales System. Drei aufeinander senkrechte, gleichlange Achsen.
a Oktaeder (Diamant, Magneteisenstein).
b Würfel (Eisenkies, Steinsalz, Flußspat).
c Tetraeder (Fahlerz, Zinkblende).
d Rhombendodekaeder (Granat).
e Abgestumpfte Form des Tetraeders.

II. Tetragonales System. Drei aufeinander senkrechte Achsen, von denen nur zwei einander gleich.
a und b Pyramide.
c Abstumpfung derselben.
d Prisma.
e Kombination von Prisma und Pyramide (Zirkon).

III. Hexagonales System. Drei gleichlange, sich unter 60° in einem Punkt und einer Ebene schneidend, darauf die vierte, ungleiche, senkrecht.
a Pyramide (Quarz).
b Prisma (Smaragd).
c Rhomboeder (Kalkspat).
d und e Kombinationen (Kalkspat und Bergkrystall).

IV. Rhombisches System. Drei, sich senkrecht schneidende, ungleiche Achsen.
a Rhombische Pyramide.
b Rhombisches Prisma.
c Kombinationsform des Topases,
d des Schwerspates.
e Sog. Doma auf Säule.
f Kombination von Oktaedern.

V. Monoklinisches System. Zwei sich schief schneidende Achsen, auf deren Ebene die dritte senkrecht steht.
a Monokline Pyramide. b Krystallform des Gipses, c des Orthoklas.

VI. Triklinisches System. Drei ungleiche, schief schneidende Achsen.
d Form des Albits, e des Kupfervitriols.

VII. Ungleichmäßig ausgebildeter Krystall, häufige Form des Bergkrystalls.

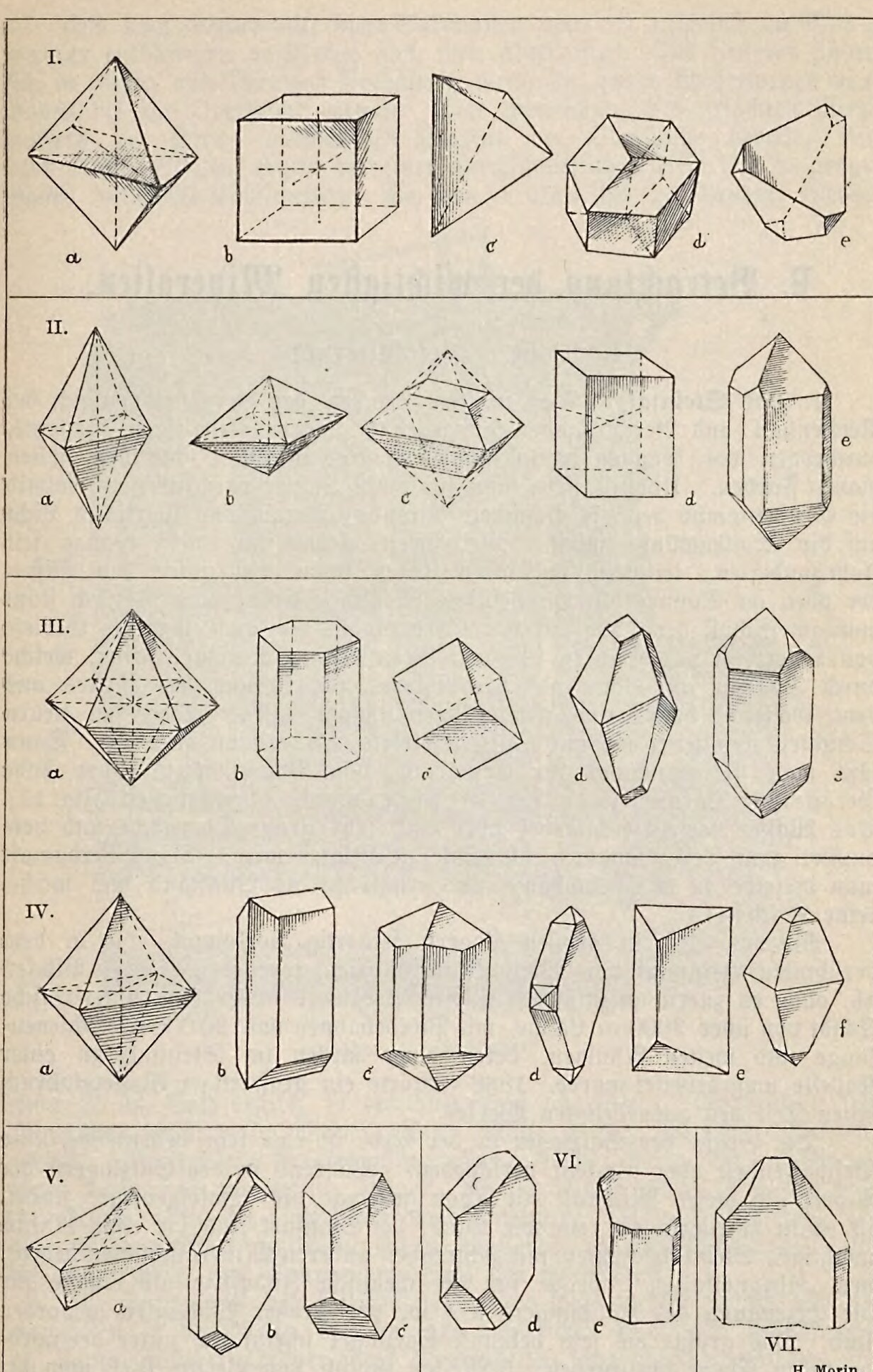


Fig. 1. Krystallsysteme.

B. Betrachtung der wichtigsten Mineralien.

I. Klasse. Steinsalzgruppe.

1. Das **Steinsalz**. Tief in dem Innern der Berge finden sich bei Reichenhall und Berchtesgaden ausgedehnte Lager salzhaltigen Gesteins, durchzogen von Gängen krystallinischen Salzes in roten, braunen, selten blauen Farben. Überall sieht man funkelnde Lichter zurückstrahlen, sobald die Grubenlampe des die Besucher führenden Bergmanns spärliches Licht auf die Stollenwände wirft. Meilenweit ziehen sich diese Gänge seit Jahrhunderten, teilweise seit alten Zeiten schon, tief unter den Füßen der oben im Sonnenlicht wandelnden Menschen dahin, und plötzlich stößt man im Schoß der Erde auf den Grenzpfahl, der auch hier die Gebiete von Österreich und Bayern scheidet. Man benutzt die Quellwasser, welche durch Spalten und Schründe herabsickern, zur Lösung des Salzes aus dem Gestein, bohrt und gräbt ihnen immer wieder Wege zu neuen Schichten und leitet die mit Salz gesättigte Sole dann zu Tage. Dann läßt man sie manchmal zur Ersparung von Brennmaterial über hohe Gerüste mit Dornreisig, die sog. Gradierwerke, herabfließen (Fig. 11). Das Wasser verteilt sich dabei über eine sehr große Oberfläche und verdunstet zum Teil, wodurch die Sole gesättigter wird. Dann verdampft man dieselbe in dem Sudhause und erhält so als Rückstand das weiße, reine Kochsalz.

Wo das Salz in großen Lagern felsartig vorkommt, wie in dem berühmten Bergwerk von Wieliczka in Galizien, sprengt man es in Blöcken ab, ohne es zuerst aufzulösen. Dieses Bergwerk bildet eine unterirdische Stadt von über 3000 m Länge, mit Pferdebahnen von 20000 m Schienenlänge und weiten Räumen, deren einer mitten im Steinsalz zu einer Kapelle umgearbeitet wurde. 1868 zerstörte ein großartiger Wassereinbruch einen Teil des ausgedehnten Werkes.

Die Größe der Salzlager in der Erde ist eine sehr bedeutende, ihre Beschaffenheit aber oft sehr verschieden. Während in den Salzlagern der Alpen sich dieses Mineral mit Thon gemengt als „Haselgebirge" findet, ist es in Wieliczka oft rein wie Glas; bei Staßfurt sind die etwa 300 m mächtigen Steinsalzschichten mit zahlreichen anderen Mineralschichten bedeckt, den „Abraumsalzen", welche für die chemische Industrie als Quelle für die Erzeugung des Kalidüngers u. s. w. von großer Wichtigkeit geworden sind. Das größte bis jetzt bekannte Salzlager scheint sich unter der norddeutschen Ebene hinzuziehen; 5 Meilen südlich von Berlin stieß man bei einer Tiefbohrung in 98 m Tiefe auf ein Steinsalzlager, das bei 1273 m noch immer nicht durchsenkt war, also eine ungeheure Mächtigkeit besitzt.

Und doch werden alle diese Salzmassen von den aufgelöst im Meerwasser enthaltenen an Menge noch weit übertroffen. Die letzteren finden sich in wenig abweichendem Verhältnis durch die ganze Wassermenge vom Boden bis zur Oberfläche verteilt. Eine Berechnung des gesamten Meerwassers der Erde, welches 73 Prozent der Oberfläche bedeckt, also 9260000 □ Meilen, ergibt bei einer durchschnittlichen Tiefe von 1/2 geogr. Meile 3400000 Kubikmeilen. Da nun 1 cbm bei 2,5 Prozent Gehalt

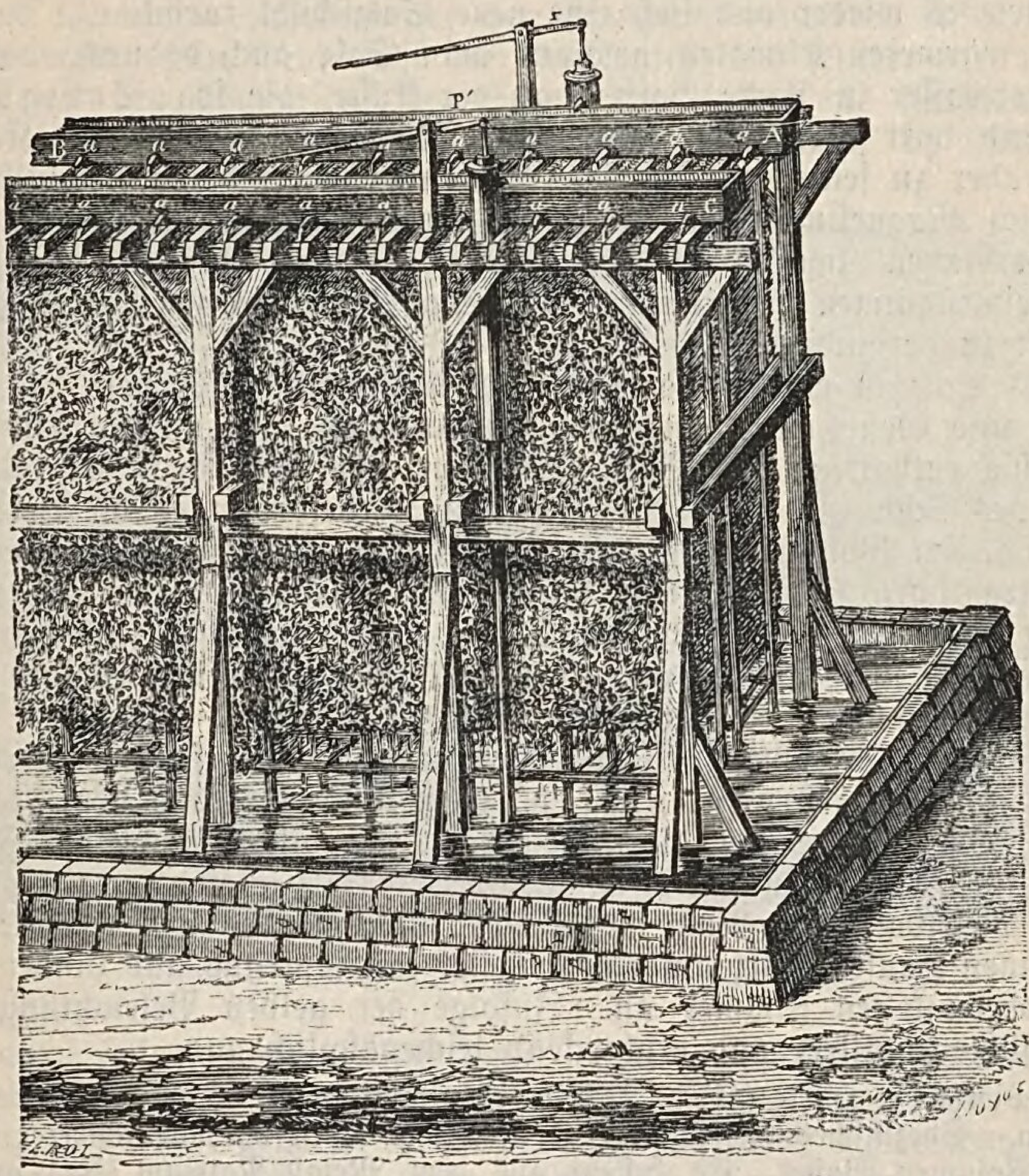


Fig. 11. Gradierhaus.

etwa 25 kg Salz ergibt, so berechnet man ungefähr 85000 Kubikmeilen aufgelöstes Kochsalz im Meere. Diese Masse würde, als fester Rückstand gedacht, alles Festland der Erde übertreffen. — Der Salzgehalt des Meeres muß, wenn auch unmerklich, steigen, da alle Flüsse etwas Salz zuführen (der Rhein allein im Jahr nach einer Schätzung 5760000 Kubikfuß) und die aus dem Meer emporsteigenden Wasserdämpfe, die Regenquelle für die ganze Erde, nur Spuren von Salz mit fortnehmen.

Die Entstehung der Steinsalzlager aus dem Meere erklärt sich am einfachsten in der Weise, daß bei den zahlreichen Hebungen des Bodens im Laufe früherer Erdperioden Meeresbecken abgeschlossen wurden und infolge von Verdunstung allmählich den Salzrückstand am Boden zurückließen, so wie heute noch die russischen Steppenseen beim Zurückgehen eine

Salzkruste am Ufer hinterlassen. Beweis für die Entstehung aus dem Meere sind die Versteinerungen im Salze von Wieliczka und die sogenannten „Jahresringe" von Staßfurt. Unter letzteren versteht man Schichten von Gips, welche die Salzlager wagrecht durchziehen und in etwa 16 cm dicke Platten zerlegen. Sie sind am besten durch Überflutungen zu erklären, bei denen das eindringende, ohnehin gesättigte Meerwasser die Salzbänke nicht mehr auflöste, sondern mit anderen Rückständen bedeckte. Später verdunstete es wieder und ließ eine neue Salzschicht zurück.

In wärmeren Klimaten gewinnt man Salz auch dadurch, daß man das Meerwasser in flache Bassins an der Küste, die sog. Salzgärten, treten und dort verdunsten läßt. Der Rückstand besteht aus Kochsalz, welches aber zu seiner vollständigen Befreiung von anderen Beimischungen, namentlich Magnesiumsalzen, noch besonders behandelt werden muß. — Zu gewerblichen Zwecken ist Salz steuerfrei, wird aber dann absichtlich durch Beimengungen verunreinigt, um seine Benutzung als Nahrungsmittel möglichst zu verhindern.

Das Salz ist ein für den Menschen hochwichtiger Körper; das einzige Gewürz und Genußmittel aus dem Mineralreich. In unserm Blut ist es regelmäßig enthalten; von Salzgehalt rührt zum Teil auch der saure Geschmack des Schweißes her. Als Speisezusatz befördert es die Verdauung und erhöht den Wohlgeschmack, weshalb es von alters her einen begehrten und einträglichen Handelsartikel bildete. Ein Mensch verbraucht jährlich 7—8 kg dieses Stoffes. Unter den Tieren zeigen die Pflanzenfresser große Begierde nach ihm; Pferde und Zweihufer folgen dem ihre Weiden durchwandernden Fremden oft lange, um Salz zu erbetteln.

Wie schon erwähnt, besteht dieses in der Natur so weit verbreitete Mineral aus zwei Grundstoffen, dem Chlorgas und dem Natriummetall. Das letztere hat die Eigenschaft, die nicht leuchtende Flamme gelb zu färben; streuen wir z. B. gepulvertes Salz in eine Spiritusflamme, so wird dieselbe gelb. Noch auffallender ist folgendes Experiment: Man tränkt einen Haufen Salz auf einem Teller mit Spiritus und zündet ihn im etwas verdunkelten Zimmer an. Infolge der gelben Beleuchtung sehen alle Gesichter blutleer und erschreckend leichenähnlich aus.

Steinsalz: Härte (H) = 2, d. h. es nimmt in der Härteskala den zweiten Rang ein. Spezifisches Gewicht (G) = 2,2, d. h. es ist 2,2 mal schwerer als ein gleiches Volumen Wasser. Es besteht aus dem Metall Natrium (Na) und dem Gas Chlor (Cl), daher NaCl.

2. Der **Flußspat.** Vor uns liegen verschiedene Mineralstücke von Glasglanz, einzelne oktaedrisch, würfelig (Fig. 12) die meisten kristallinisch, von honiggelber, brauner oder tiefvioletter Farbe, die kleineren durchscheinend. Wir zerstoßen etwas davon zu Pulver und erhitzen es im Dunklen auf einer Eisenplatte, worauf ein grüner oder blauer, eigentümlicher Schimmer („Fluoreszieren") bemerkbar wird. An dieser Eigenschaft erkennen wir leicht den Flußspat oder Fluß, einen mineralischen Stoff, der weite Verbreitung besitzt. Besonders interessiert uns der schwarzviolette von Wölsendorf in der Oberpfalz wegen des beim Reiben auftretenden Geruchs.

Der Name kommt von der Verwendung des Flußspates beim Schmelzen von Erzen, welche es durch seine Beimischung schneller in Fluß bringt. („Spat" bedeutet im allgemeinen, was spaltbar ist.) Bei

den Römern waren die sog. Murrhinischen Vasen hochgeschätzt und standen höher im Preis als Gold; sie waren aus besonders schönen Stücken eines orientalischen Flußspates geschnitten und schimmerten in verschiedenen Farben.

Die wichtigste Verwendung des Flußspates ist gegenwärtig wohl die zur Glasätzung. Übergießen wir in einem Reagensgläschen dessen Pulver mit Schwefelsäure und erwärmen dasselbe etwas, so steigen Dämpfe auf, und wenn wir dieselben auf eine Glasplatte einwirken lassen, so wird dieselbe matt. Ein Grundstoff des Flußspates, das Fluor, verbindet sich nämlich mit dem Wasserstoff der Säure und bildet die Flußsäure, aus welcher diese Dämpfe bestehen. Dieselbe ist also sogar im stande, das

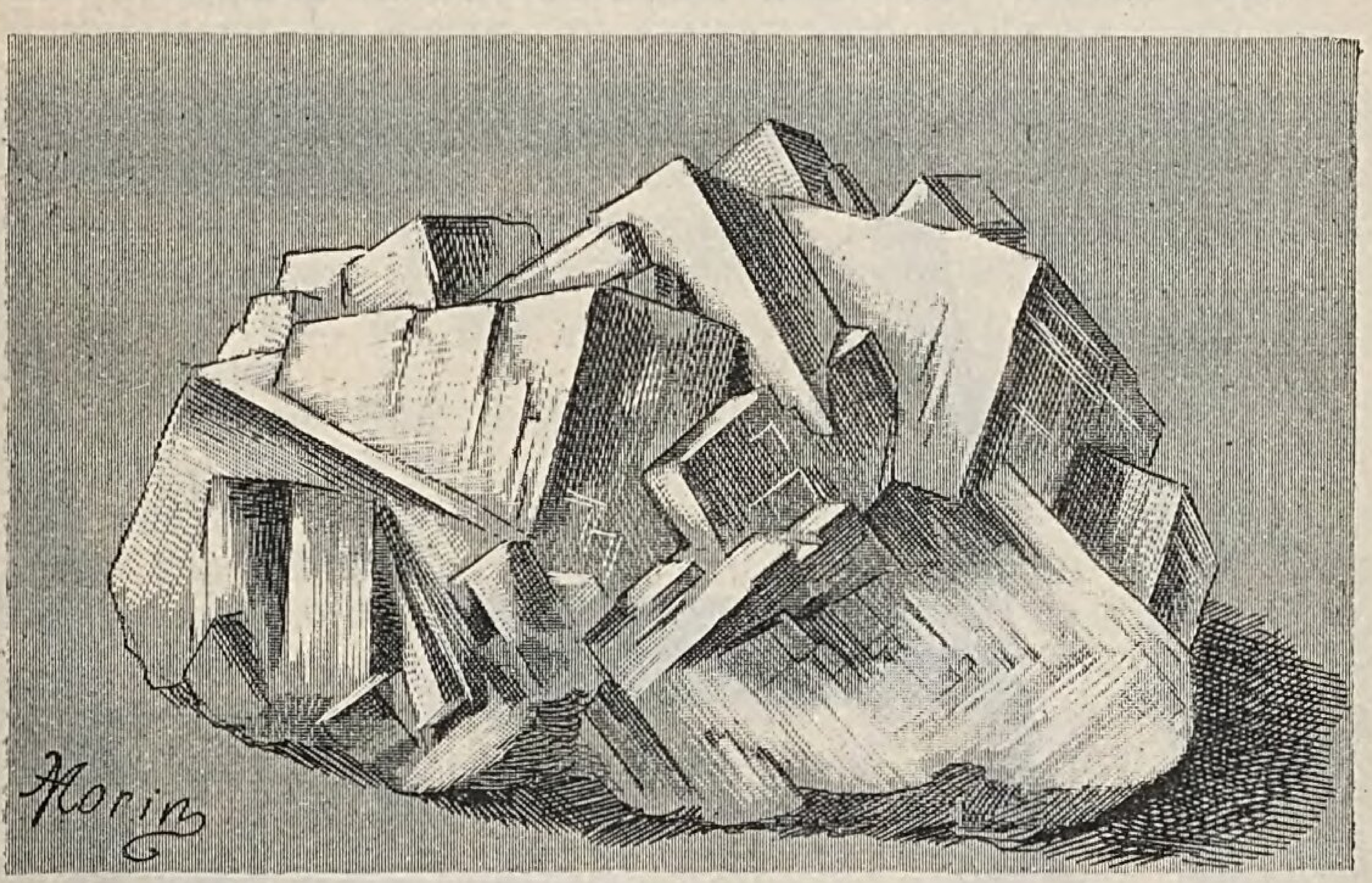


Fig 12. Flußspatkrystalle aus Freiberg (honiggelb).

Glas anzugreifen, welches sich sonst selbst den stärksten Säuren, z. B. Scheidewasser, gegenüber indifferent verhält. (Dieses Experiment kann nur mit großer Vorsicht gemacht werden, da die Flußsäure die Atmungsorgane stark angreift und auf der Haut schmerzliche langdauernde Geschwüre hervorruft.)

Der Vorgang der Glasätzung ist leicht erklärt: wenn wir ein Glastäfelchen mit schmelzendem Wachs überziehen, in diesen Grund mit einer Nadel zeichnen und jetzt die Dämpfe einwirken lassen, so wird die Zeichnung nach dem Entfernen der Wachsschicht matt auf dem durchsichtigen Glasgrund erscheinen. Es werden also die hellbleibenden Stellen einfach durch eine aufgelegte, gegen Flußsäure indifferente Schicht geschützt und nur die bloßliegenden geätzt. — Bei größeren Arbeiten erreicht man denselben Zweck in einer weniger gefährlichen Weise dadurch, daß scharfer Quarzsand von einer Maschine mit großer Gewalt gegen die ungeschützten Stellen einer Glasplatte geblasen wird.

Flußspat enthält Calcium (Chem. Zeichen Ca) und das Gas Fluor (F), daher chem. Formel CaF_2. $H = 4$, $G = 3{,}2$. Flußsäure besteht aus Wasserstoff (H) und Fluor (F), daher HF.

Rückblick. Zur Steinsalzgruppe (Haloidsalze) gehören Chlor- und Fluorverbindungen, deren Krystalle dem tesseralen System angehören. Das Steinsalz ist das wichtigste Mineral dieser Gruppe und eines der wichtigsten überhaupt, das einzige, allgemein gebrauchte Genußmittel aus dem Reich der unorganischen Körper.

II. Klasse. Gruppe der Sauerstoffsalze.

a) Kohlensaure Salze (Carbonate).

1. **Kalkspat** (Kalcit, von calx, calcis, Kalk). Eine größere Anzahl von Mineralien, die äußerlich sehr verschieden sind (es könnten weit über 100 sein) gehört hierher. Wir sehen wasserhelle Stücke, honiggelbe, braune,

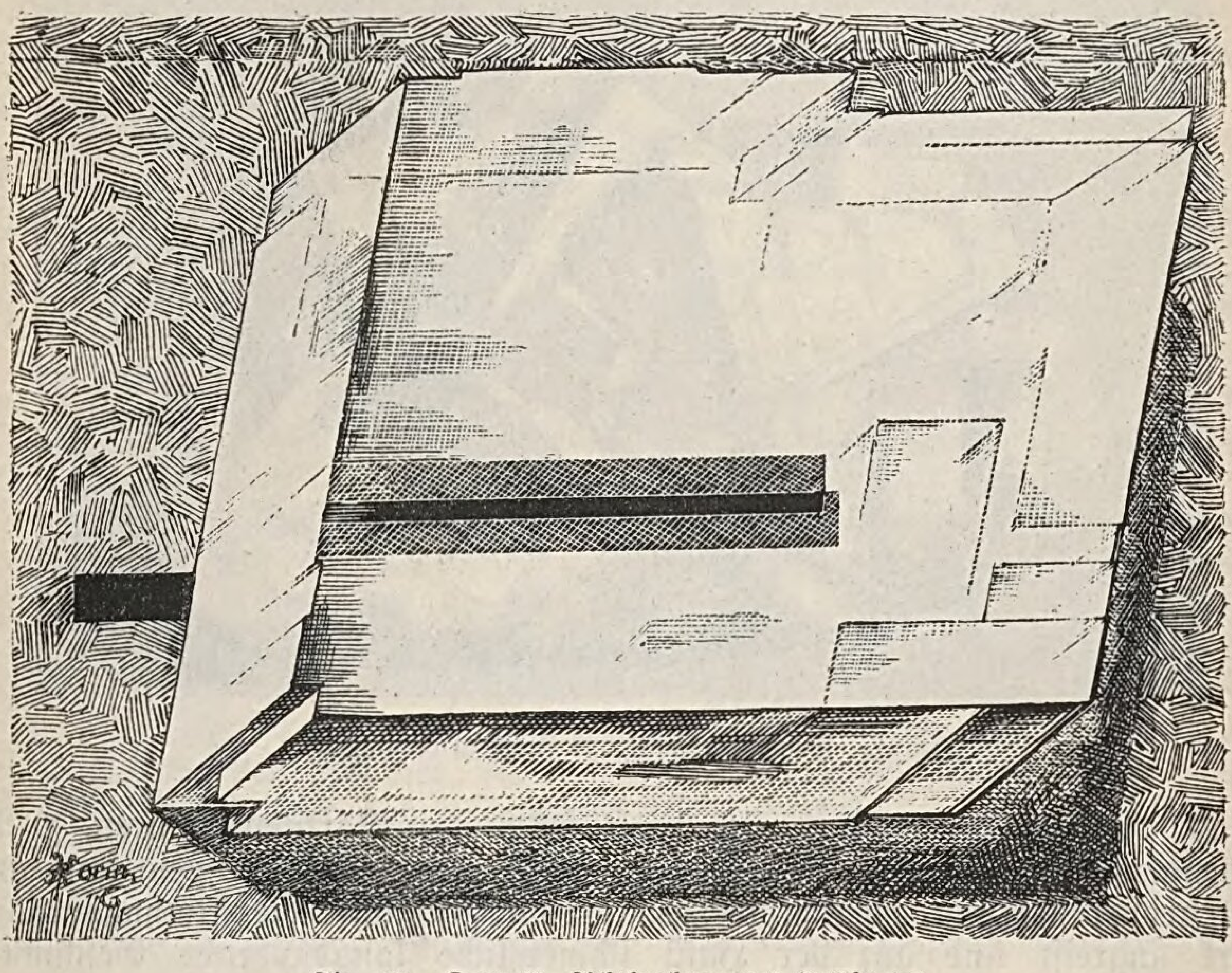


Fig. 13. Doppelte Lichtbrechung des Kalkspates.

selbst schwarze Krystalle; ferner weiße oder graue, solche von krystallinischer und selbst erdiger Beschaffenheit. An den Krystallen bemerken wir die Form des Rhomboeders oder sechsseitige, an den Enden von Pyramiden begrenzte Säulen vorherrschen.

Wir nehmen ein glashelles Stück Kalkspat, einen sog. isländischen Doppelspat, und spalten kleinere Stücke davon ab; die wegfallenden Teile zeigen wieder genau die Form des Rhomboeders. Man könnte diese mechanische Teilung fortsetzen, bis die einzelnen Stückchen nur noch mit der Lupe zu sehen wären; wir würden auch dann noch dieselben Neigungswinkel der Flächen finden.

Nun legen wir den Doppelspat auf die Zeilen dieses Buches; sie werden unter dem vollkommen durchsichtigen Mineral doppelt sichtbar sein

(Fig. 13). Der Kalkspat hat also die Eigenschaft, die durchgehenden Lichtstrahlen in zwei zu teilen, das Licht „doppelt zu brechen".

Der Kalkspat läßt sich in allen seinen Formen leicht durch chemische Mittel erkennen. Er bildet nämlich Kohlensäure (ein farbloses Gas); wenn wir ein zerstoßenes Stück in einem Reagensglas mit Salzsäure übergießen, dann entweicht dieselbe unter starkem Aufbrausen. Um uns zu überzeugen, daß wir Kohlensäure erzeugt haben, brauchen wir nur einen brennenden Span hineinzuhalten; er wird sofort erlöschen. Dieses Gas ist weder atembar, noch kann ein Körper in demselben weiterbrennen. Es ist schwerer als die atmosphärische Luft und sammelt sich daher, wo es sich in größerer Menge entwickelt, am Boden von Schächten, Kellern u. dgl., wodurch schon manches Unglück veranlaßt wurde. In der Hundsgrotte bei Neapel lagert am Boden eine Schichte stets vulkanisch ausströmender Kohlensäure; ein Hund erstickt daher, während der aufrechtstehende Mensch ihren Wirkungen entzogen bleibt. In Brunnen u. dgl. sollte man vor dem Hinabsteigen immer ein brennendes Licht versenken; wenn dieses erlischt, kann auch der Mensch nicht atmen.

Die Kohlensäure ist in der Natur weit verbreitet. Menschen und Tiere atmen sie aus, die Pflanzen verwandeln sie in organische Substanz durch Assimilation.

Halten wir ein Stück Kalkspat in die Flamme und glühen es, so wird es weiß und locker, so daß wir es leicht zerreiben können. Die Kohlensäure ist aus dem Mineral durch die Einwirkung der Hitze verschwunden, und wenn wir das Stück vor und nach dem Brennen wägen, so zeigt sich nachher ein bedeutender Gewichtsverlust (44 Prozent).

Wir übergießen nun den gebrannten Kalk mit Wasser und sehen, daß er unter Aufbrausen und starker Erhitzung (bis 180°) das Wasser begierig aufsaugt und in ein Pulver aus gelöschtem Kalk zerfällt. Der gelöschte Kalk findet vielfache Anwendung zu industriellen Zwecken, vor allem aber zur Herstellung von Mörtel. Letzterer wird durch Vermischen mit Wasser und Sand erhalten und zur Verbindung der Steine bei Bauten verwendet. Unter dem Druck des Mauerwerks allmählich trocknend, kittet er dasselbe zuletzt mit der Festigkeit natürlicher Felsen zusammen, wie man beim Abbruch alter Mauern, Türme rc. sehen kann. Der unter Wasser steinhart werdende Zement wird häufig durch Brennen einer Mischung von Kalk und Thon bereitet.

Die früher erwähnten Krystalle stellen nur die reinste, verhältnismäßig seltenere Form des Kalkspates dar. Durchwandert man die unterirdischen Grottenräume des Karstes, welche sich, von Flußläufen seit Jahrtausenden ausgewaschen, im Innern dieses Kalkgebirges hinziehen, so trifft man oft merkwürdige Bildungen, die von oben herab gleich riesigen Eiszapfen hängen (Stalaktiten) und von unten gleich Pfeilern, Pyramiden u. s. w. emporwachsen (Stalagmiten). Manchmal sind beide schon zusammengestoßen und bilden phantastische Säulen, indes andere wieder durch ihre seltsamen Formen an Bauwerke, an Menschen oder Tiere gemahnen. Wo das Fackellicht der Besucher die Wände trifft, strahlt und blitzt es von Tausenden kleiner Kalkkrystalle, aus welchen diese sonderbaren Gestalten aufgebaut sind. Hält man sich ruhig, so hört man auch den Baumeister selbst bei der Arbeit: Es ist das Wasser, welches die kalkhaltigen Gesteine in unzähligen Gängen durchrieselt, auslaugt und in zahllosen Tropfen

dumpfhallend von den Wölbungen der Höhlen herabkommt. Wo diese Tropfen oben verdunsteten, da bleibt eine Spur des gelösten Kalkes zurück, ebenso wo sie auffallen, und so scheiden sich fortwährend Teilchen ab, langsam, in kaum meßbaren Zeiten das Wachstum der Stalaktiken und Stalagmiten bedingend.

Rinnen diese kalkhaltigen Wasser über Moose, durch das Wurzelgeflecht von Farnen, über Waldlaub, so überziehen und durchdringen



Fig. 14. Tropfsteingrotte von Etretot.

(inkrustieren) die Ablagerungen die organischen Gewebe und bilden den sog. Kalktuff, welcher oft sehr schön erhaltene Abdrücke von Moos, Buchenblättern u. dgl. enthält.

Am wichtigsten sind die Abarten des Kalkspates, welche ganze Gebirge aufbauen: der gewöhnliche Kalkstein, der Marmor, der Dolomit. Der erstere ist blaugrau bis gelbgrau von Farbe und bildet einen Hauptbestandteil unserer bayerischen Alpen, vornehmlich des Karwendelgebirges, von dem Wildbäche alljährlich im Frühjahr unzählige Blöcke herabrollen, worauf sie von der Isar weitergewälzt und aneinander rund geschliffen

werden. Zahlreiche Kalköfen sind deshalb an den Ufern der letzteren aufgebaut, weil der gesuchte und in der baulustigen Hauptstadt so vielgebrauchte Stoff fast mühelos während des Sommers im halbtrockenen Strombett gesucht werden kann.

Die Kalkgebirge zeigen in ihren höchsten Gipfeln zackige, vielfach zerklüftete Grate, wie sie in großartiger Weise an den schroffen Abstürzen des wilden Kaisers erscheinen. Noch wildere Bergformen mit steilen, senkrechten Wänden, tiefen, gleichsam eingesägten Schluchten, turm- und nadelartigen Spitzen bildet der Dolomit, ein im Gehalt von dem gewöhnlichen verschiedener Kalkstein, welcher der Verwitterung zähen Widerstand leistet. Die berühmteste Gruppe ist der sagenreiche Rosengarten bei Bozen, wohin

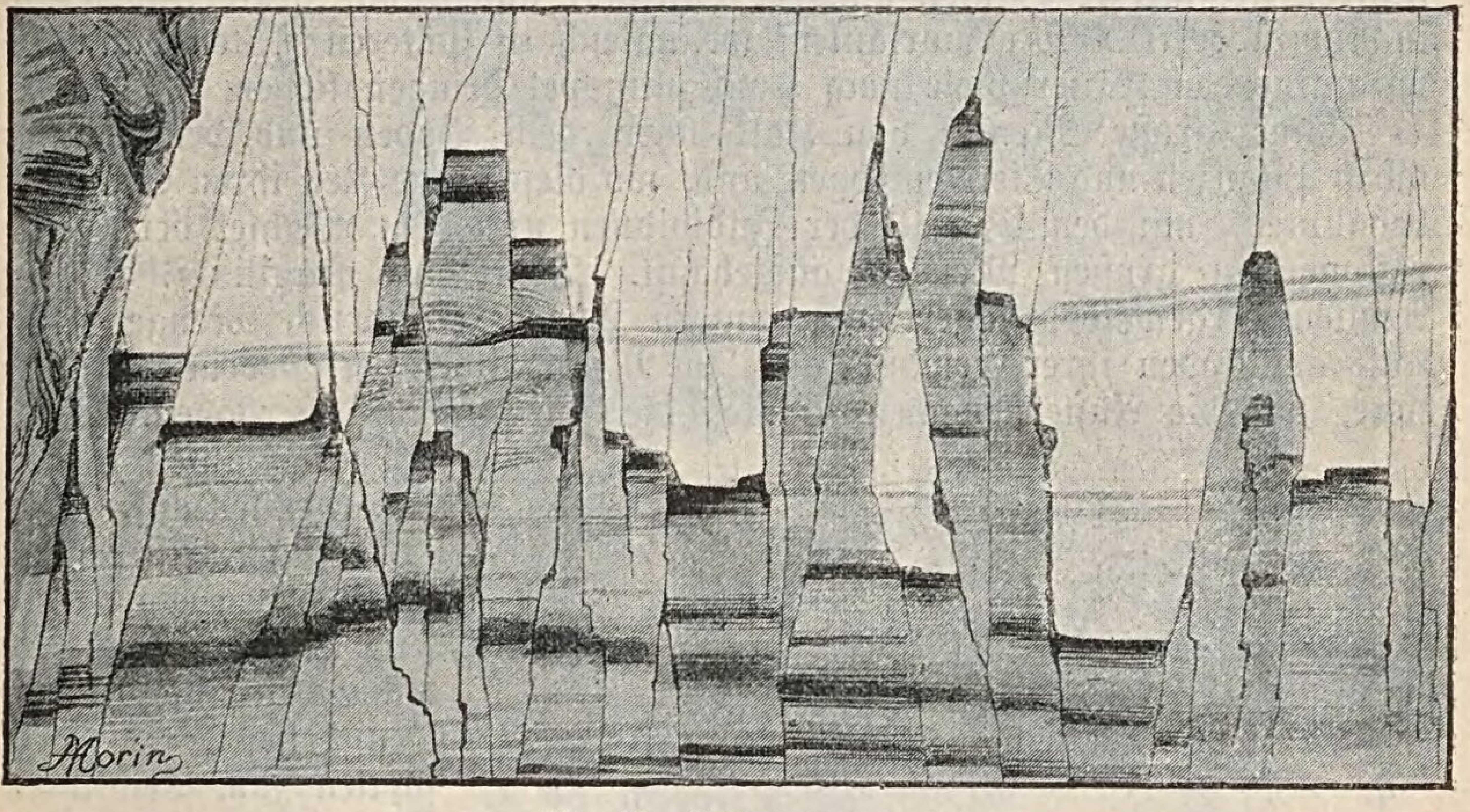


Fig. 15. Ruinenmarmor.

Volkssage und Dichtung den Sitz des Königs Laurin mit seinen Zwergen verlegen.

Die gesuchtesten und häufigsten Formen des Kalksteines sind jene körnigen Varietäten, welche wir Marmor nennen. Es gibt eine große Menge von Marmorsorten, welche sich fast alle durch ihre Politurfähigkeit auszeichnen und alle möglichen Farbentöne und -mischungen zeigen.

Der geschätzteste ist von alters her der Statuenmarmor von Paros und vom Pentelikon, dessen Bruchstücke vollkommen feinkörnigem Würfelzucker gleichen. Die berühmtesten Statuen des Altertums zauberte der Meißel der griechischen Künstler aus diesem reinweißen, feinkrystallinischen Stoff hervor, aber bis auf den Hermes des Praxiteles sind all diese Werke im Sturm der Völkerwanderung wieder verschwunden, bedeckt von den Trümmern der stürzenden Tempel, zu Kalk gebrannt in dem Feuerbrand, den feindliche Krieger in die Paläste schleuderten und schließlich vollständig verwittert unter dem Einfluß des Jahrhunderte durch die Schutthaufen sickernden Regenwassers.

Heute bricht man den weißen Statuenmarmor vornehmlich in Carrara in Oberitalien, wo die marmorschimmernden Berggipfel dem Wanderer eine Schneelandschaft im heißen Sommer vortäuschen.

Anderer Marmor ist rot (Untersberg, Kreuth), schwarz (nero antico aus Ägypten), gelb, grau mit Aderzeichnungen u. s. w., viele enthalten Versteinerungen, welche an den geschliffenen Platten deutlich sichtbar werden. Sehr merkwürdig sieht der **Ruinenmarmor** aus (Fig. 15), welcher seines Thongehalts wegen zu den Mergeln gehört und selbst bei geringer Einbildungskraft an das Bild einer in Ruinen zusammengebrochenen Stadt gemahnt.

Die Verwendung des Marmors zu Bau- und Kunstzwecken ist uralt. Schon die Karier sollen die Kunst erfunden haben, den Marmor durch Stahlbänder, die unter Zugabe von Quarzsand und Wasserzufluß beständig hin- und hergezogen wurden, in Platten zu zerschneiden. Die Römer führten großartige Bauten ganz in Marmor aus; noch heute finden sich in Rom über 7000 Marmorsäulen, wenngleich in späteren Zeiten dann die byzantinischen Kaiser viele nach Konstantinopel bringen ließen.

Eine große Menge von Kalk wird dem Boden und dem Wasser durch Pflanzen und Tiere entzogen und, wo diese lange Zeit ihren Standort behaupten, mit dem Zerfall der Individuen und dem Wechsel der Generationen in großen Mengen aufgehäuft. Die Chara fragilis z. B., ein Armleuchtergewächs, lagert vor unsern Augen alljährlich Mengen von Kalk am Boden ihrer Gewässer ab. Im Meere bilden verschiedene Muscheltiere, wie die Austern, ganze Bänke, die sich allmählich erhöhen. Noch größere Bauten führen die Korallen auf. Der prächtig irisierende **Muschelmarmor** besteht ganz aus den zertrümmerten Resten von Muscheln, deren Kalkschalen zum Teil ihren Perlmutterglanz behalten haben. Die Muschel- und Schneckenschalen, welche das Meer an manchen Stellen in großer Menge an den Strand spült, werden auch wie der gewöhnliche Kalkstein gebrannt.

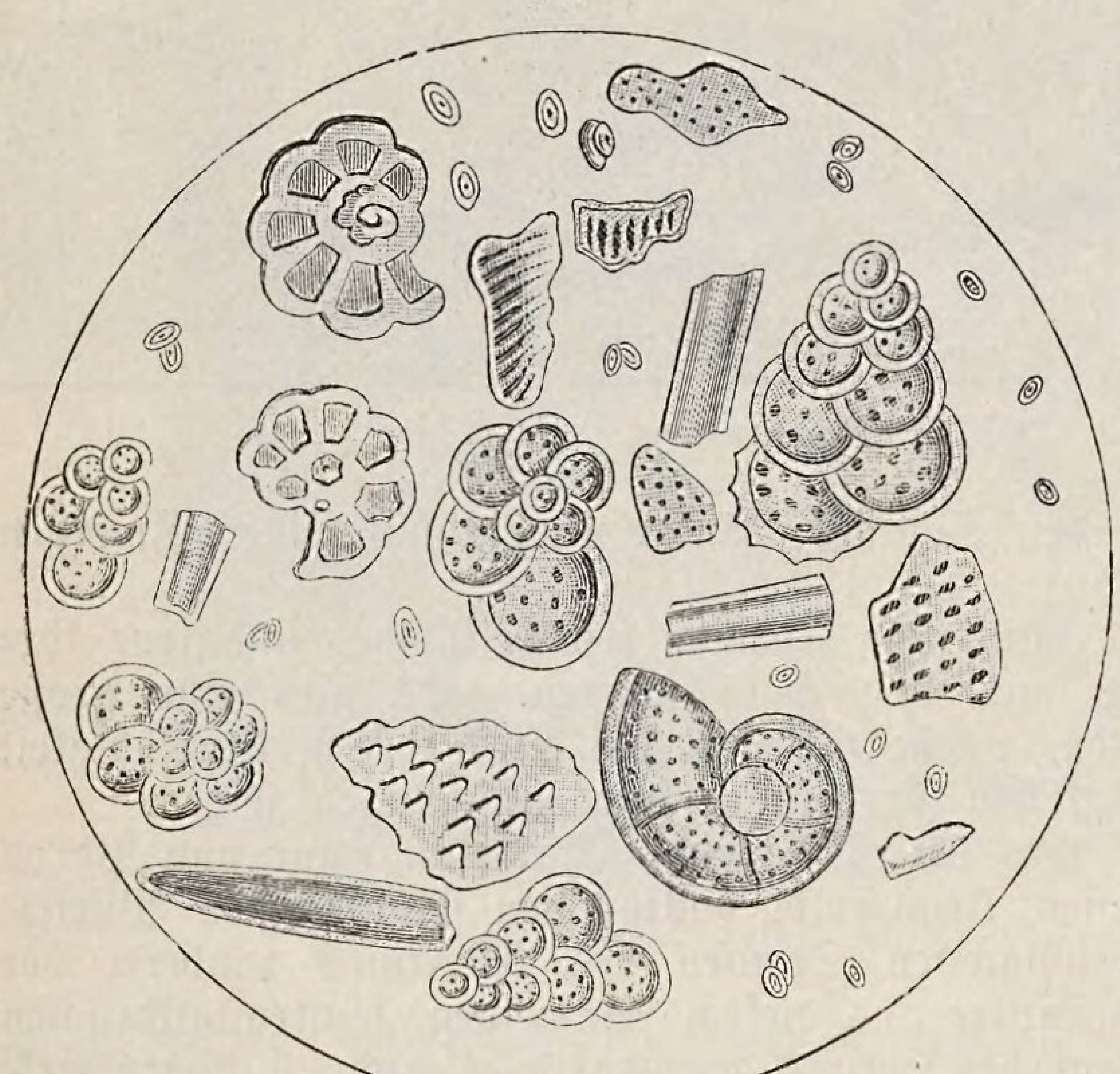


Fig. 16. Wurzelfüßler in der Kreide.

Die größte Anzahl von Kalkgehäusen winziger, niederer Tiere enthält die **Kreide**, ein feiner, weißer Kalkstein von so lockerem Gefüge, daß er abfärbt, sobald man ihn auf rauhen Körpern reibt. Unter dem Mikroskop sehen wir die zierlichsten Gebilde dieser Art in der kleinsten Probe unserer Schreibkreide, und ein einziger Strich auf der Schultafel enthält bereits unzählige Schalen dieser organischen Wesen, welche trotz ihrer Kleinheit ganze Gebirge aufgebaut haben (z. B. die Steilküste von England und die Stubbenkammerfelsen bei Rügen). (Vgl. Fig. 16.)

Über die Entstehung der Kreide erhielt man erst sicheren Aufschluß, als der Meeresboden bis zur Tiefe von 8513 m (eine Stelle im stillen Ozean, 1874 entdeckt) zum Gegenstand genauerer Untersuchungen gemacht wurde. Fast überall, wo die Sonde in geringeren Tiefen aufstieß, brachte sie Proben von Globigerinenschlamm herauf, gebildet aus zahllosen kalkigen Resten von Wurzelfüßern, die in der Nähe der Oberfläche leben. Die Schalen sinken nach dem Tod derselben langsam in die ungeheure Tiefe hinab und bilden dort jene Schlammschicht. Da nun die im Wasser enthaltene Kohlensäure die sinkenden Teilchen auflöst, erreichen sie Tiefen von über 3700 m überhaupt nicht mehr, und es kann sich die aus jenem Globigerinenschlamm (Fig. 17) entstehende Kreide nur bis zu jener Grenze bilden.

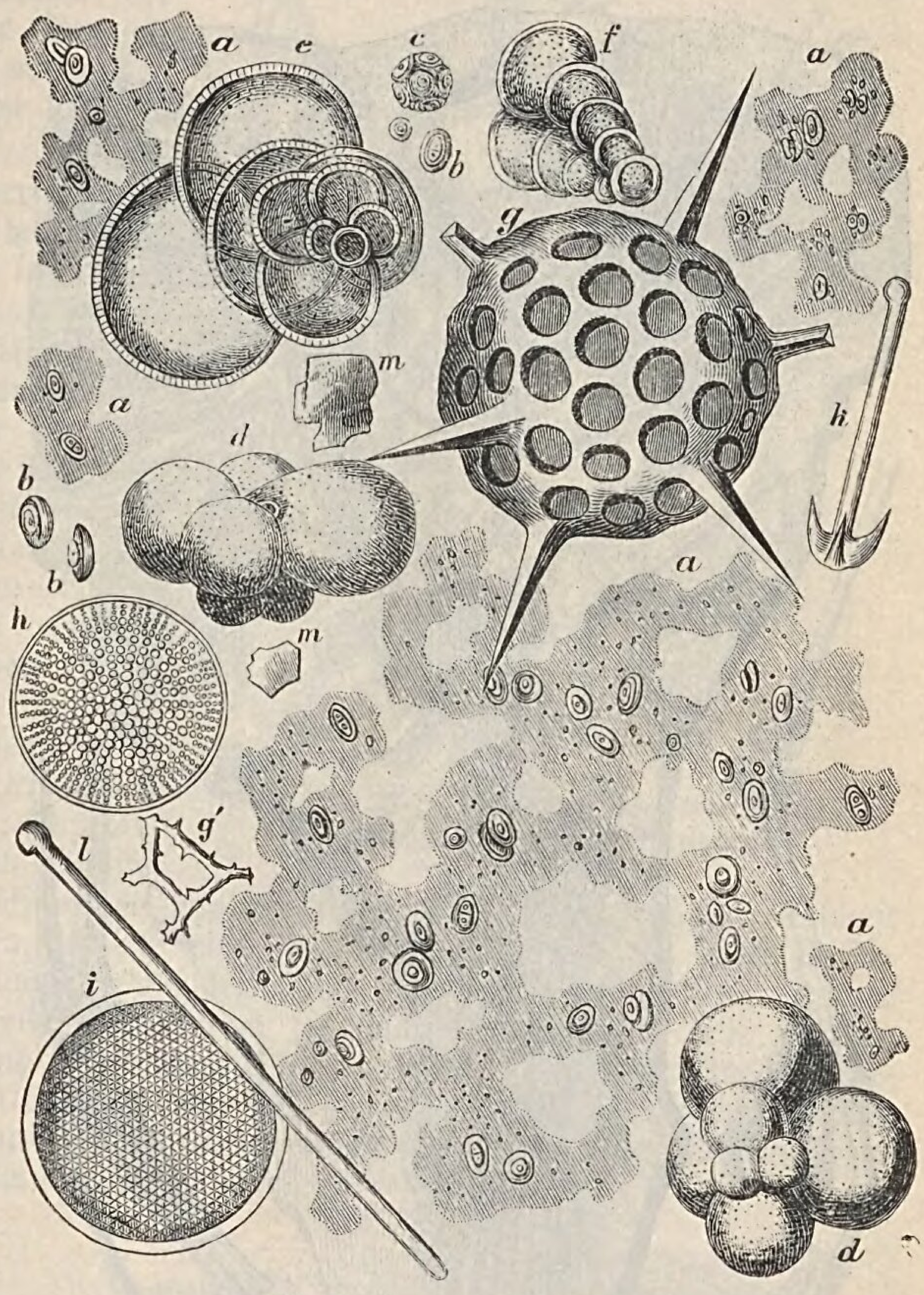


Fig. 17. Globigerinenschlamm.
a—m Verschiedene Kreidetierchen und Bruchstücke derselben.

Ein sehr feiner, dichter Kalkstein ist der bei Solnhofen in Bayern gebrochene lithographische Schiefer, der in der ganzen Welt nicht wieder in derselben guten Qualität vorgefunden wird. Zwei Umstände machen dieses Gestein besonders merkwürdig und wertvoll: der Reichtum an Versteinerungen und die Verwendung zur Lithographie.

Die plattenförmig brechenden Schichten des Solnhofer Steines schließen eine große Menge tierischer Reste von so vollständiger Erhaltung ein, daß man die Schuppen und Flossen der Fische, die Beine der Krebse ꝛc. noch ganz deutlich erkennt. Unter diesen Versteinerungen (Petrefakten) befanden sich auch manche, die einzig in ihrer Art dastehen und für die

Erforschung verschwundener Tiergeschlechter und ihres Entwickelungsgangs unschätzbare Anhaltspunkte ergeben haben, z. B. der Pterodaktylus und der Archaeopteryx (Fig. 18 u. 19). Außer dem wissenschaftlichen Wert ist auch der Geldwert solch seltener Funde ein sehr hoher; so wurde der letztere, ein Vogel mit Zähnen, bekrallten Fingern und einem aus 20 Wirbeln bestehenden Steuerschwanz, vom Berliner Museum für 20 000 Mark angekauft. Selbst die zarten Teile mancher Insekten sind mit vollkommener Deutlichkeit in dem lithographischen Schiefer erhalten geblieben, so daß wir ein ziemlich anschauliches Bild des Tierlebens jener fernen Zeit besitzen. Die Verwendung zum Steindruck (Lithographie) ist der zweite Grund, welcher die Solnhofer Brüche weltbekannt gemacht hat. Bei dieser, von Senefelder erfundenen, Kunst wird der vollkommen geebnete, feingekörnte Stein ganz wie ein Papierbogen, aber mit lithographischer Kreide oder Tusche bearbeitet, bis das gewünschte Bild in seiner vollen Wirkung fertig ist. Dann wird der Stein mit Säuren behandelt, welche die gekreideten oder getuschten Stellen nicht angreifen, den Grund aber etwas tiefer ätzen. So entsteht ein äußerst feines Flachrelief, dessen erhabene Teile die Druckfarbe annehmen und das Bild, natürlich jetzt umgekehrt, auf das Papier übertragen. Für Wandtafeln hat dieses Verfahren wegen der sonst nicht zu erreichenden Größe bleibenden

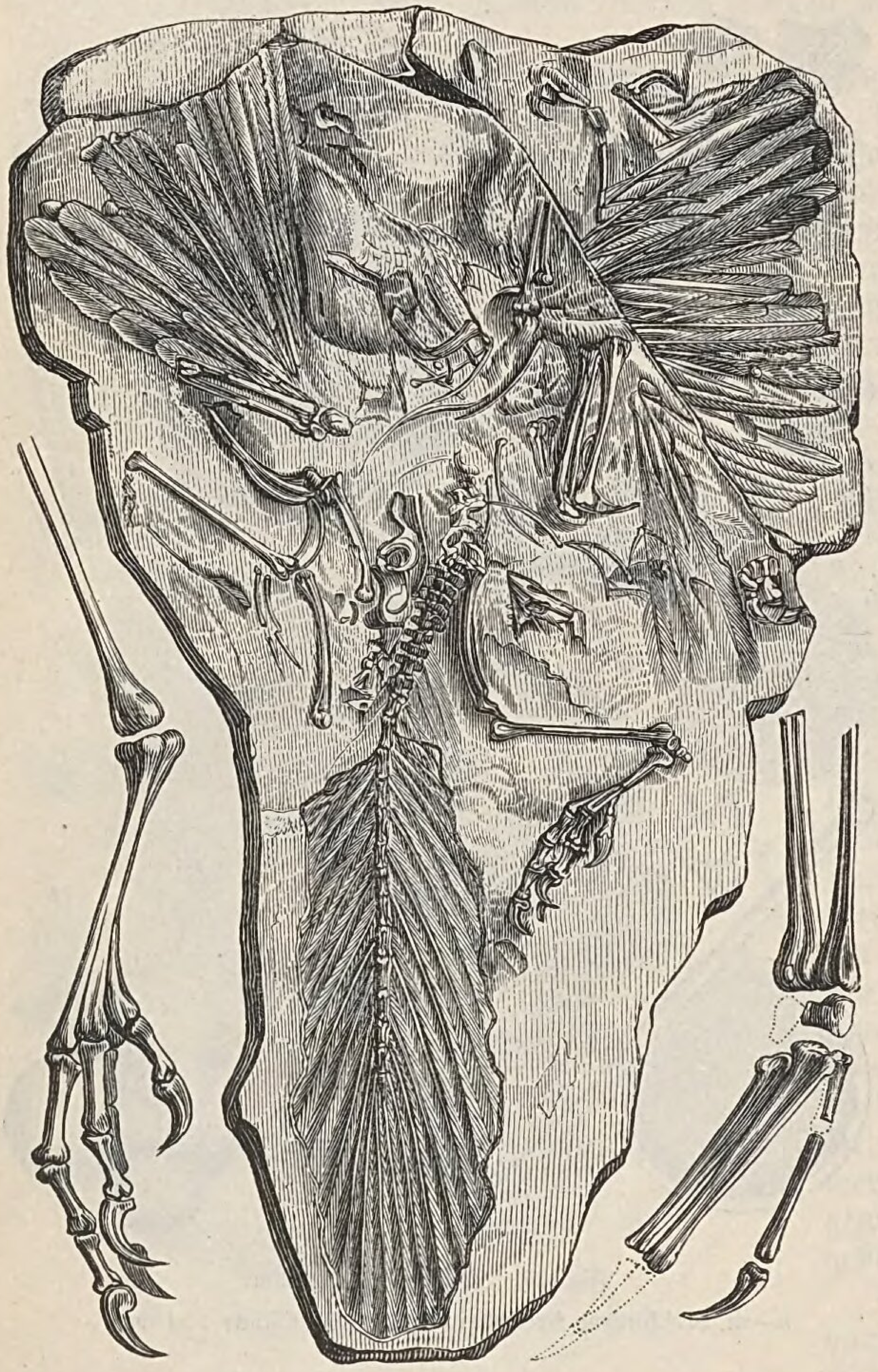


Fig. 18. Erster Archaeopteryxfund aus Solnhofen.

Wert; vor allem aber für den Farbendruck. Zu letzterem sind so viel Steine nötig, als das Bild Farben braucht, und jeder Stein enthält von der Zeichnung nur die Partien, welche die von ihm zu druckende Farbe bekommen sollen. Da der Bedarf an Steinen sehr groß, eine andere Bezugsquelle aber nicht vorhanden ist, stehen dieselben hoch im Preis.

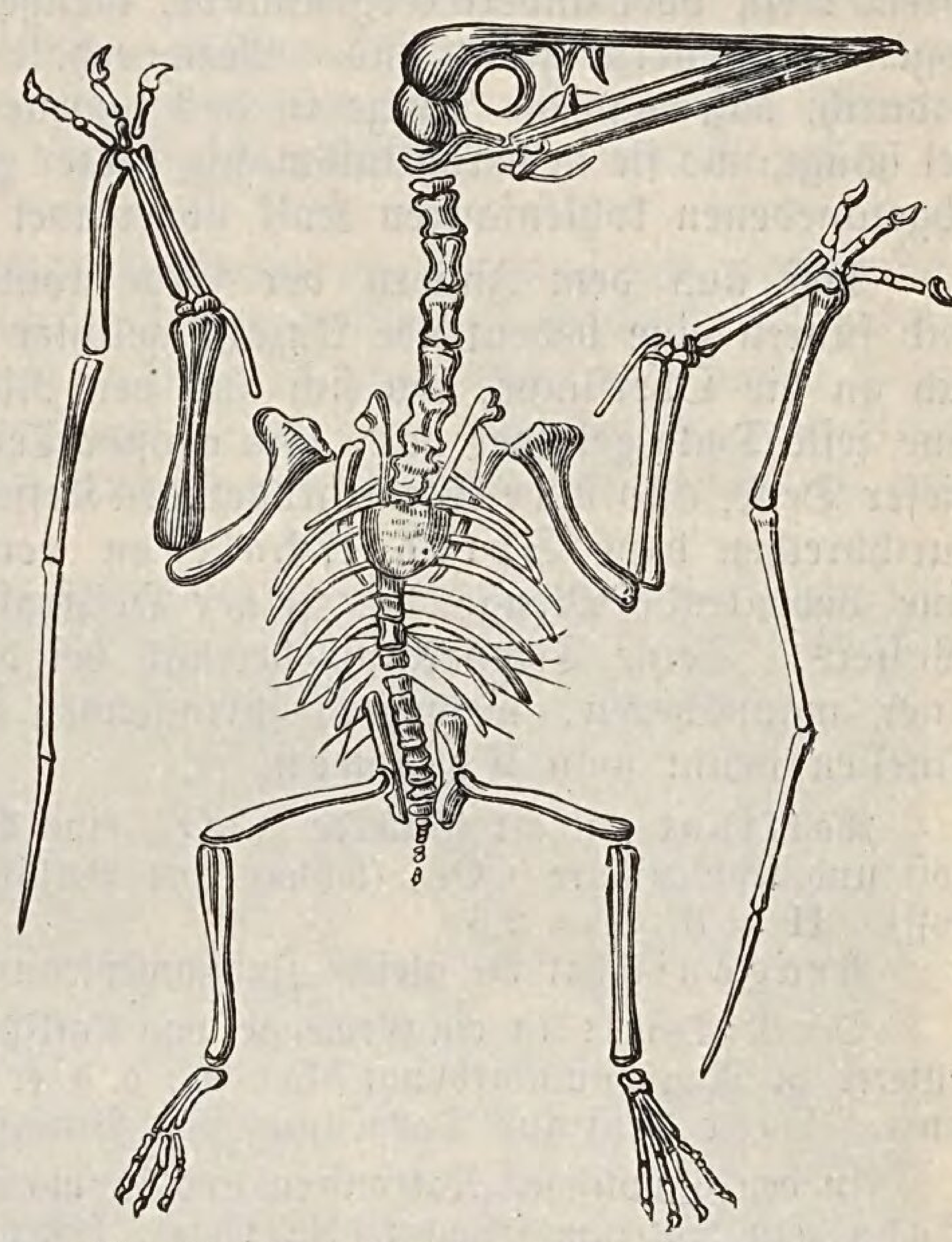


Fig. 19. Pterodactylus spectabilis aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim.

Eine weitere merkwürdige Erscheinungsform des Kalkspates kennt man im Aragonit (Fig. 20) (nach seinem Vorkommen in Aragonien), welcher etwas härter und schwerer als jener ist. Er bildet häufig spießige Krystalle, ist farblos oder gefärbt, zuweilen glashell. Merkwürdig sieht er in der Form der sog. Eisenblüte, einem Gewirr weißer Stengel oder Zacken aus, welches man in Hohlräumen von Spateisenstein bei Eisenerz in Steiermark findet.

Als Erbsenstein (Fig. 21) bezeichnet man eine Masse, welche zahlreiche, Fischrogen ähnliche Aragonitkügelchen enthält. Schleift man den Erbsenstein, so sieht man, daß diese Kügelchen ein schaliges Gefüge (die Schalen selbst sind faserig) darstellen, welches einen Fremdkörper (Steinchen) umschließt. Die letzteren sind wahrscheinlich während des Umherwirbelns in kalkhaltigem Wasser mit diesen Schalen überzogen worden, dann zu Boden gesunken und von einer Kalkmasse zusammengekittet worden.

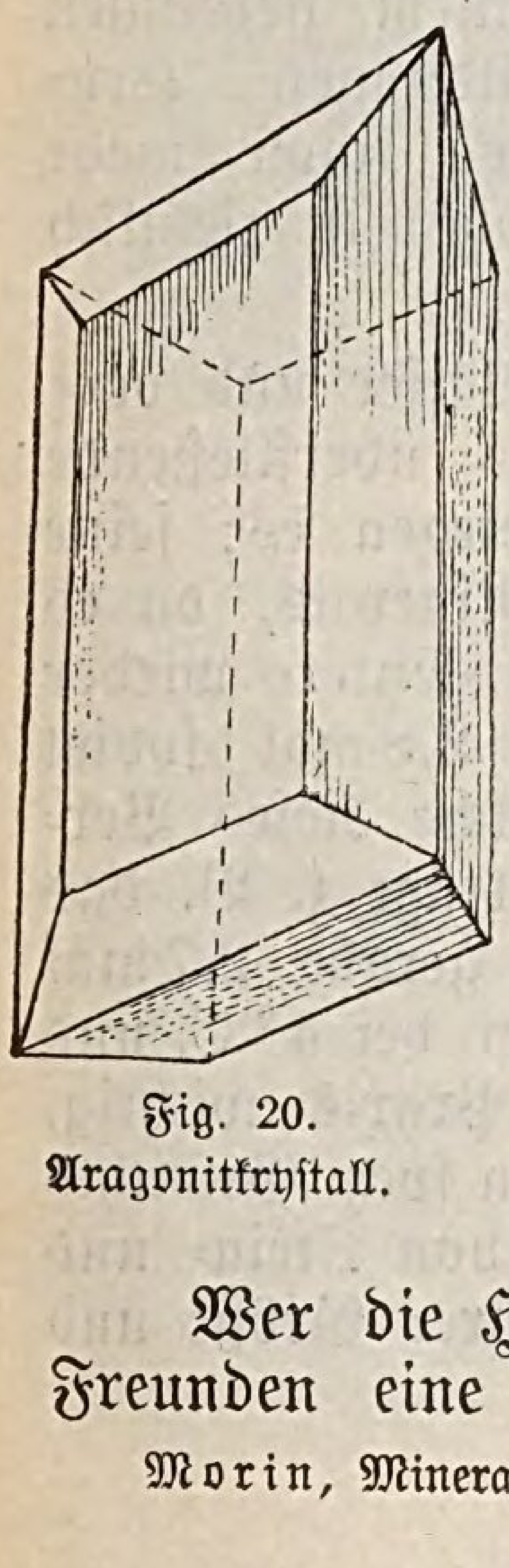


Fig. 20. Aragonitkrystall.

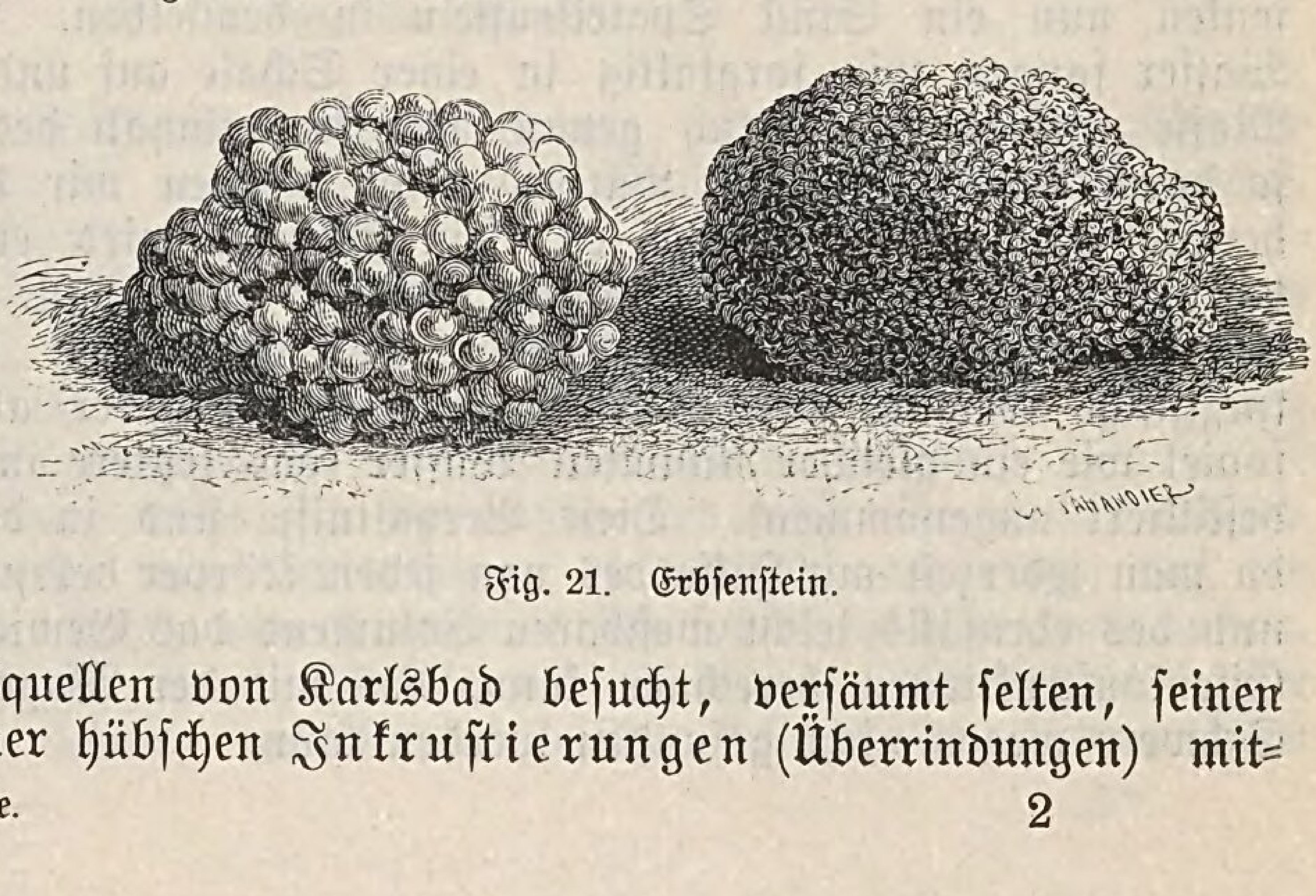


Fig. 21. Erbsenstein.

Wer die Heilquellen von Karlsbad besucht, versäumt selten, seinen Freunden eine jener hübschen Inkrustierungen (Überrindungen) mit-

zubringen, mit denen die Bewohner dort Handel treiben. Es sind Körbchen mit hartschaligen Früchten, große Insekten, zuweilen auch kleine Vögel samt ihrem Nest, oder andere Gegenstände, welche ganz mit Aragonitsinter überzogen und „versteinert" sind. Man erhält diese Inkrustierungen einfach dadurch, daß man die Dinge in das warme Wasser der Karlsbader Sprudel hängt, wo sie in verhältnismäßig kurzer Zeit mit dem aus dem Brunnen abgeschiedenen kohlensauren Kalk überrindet werden.

Tief aus dem Innern der Erde kommen diese Quellwasser empor und führen eine bedeutende Anzahl gelöster anorganischer Bestandteile mit sich an die Oberfläche, wo sich aus den Niederschlägen des Sprudelsteins eine feste Decke gebildet hat. Ein großer Teil der Stadt Karlsbad steht auf dieser Decke, also über einem brodelnden Kessel heißen Wassers. 17 Brunnen durchbrechen diese Sprudelschale an verschiedenen Stellen und liefern eine bedeutende Menge des seiner Heilkraft wegen berühmt gewordenen Wassers. Seine Temperatur beträgt bei der Hauptquelle, dem Sprudel, einer mannsdicken, meterhoch springenden Quelle 74° C. Solche warme Quellen nennt man Thermen.

Kalkspat enthält Kalkerde (CaO), eine Verbindung von Calcium, Sauerstoff und Kohlensäure (CO_2), (letztere eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff). H = 3. G = 2,6.

Aragonit hat die gleiche Zusammensetzung, kristallisiert aber rhombisch.

Der Dolomit ist ein Gemenge von Kalkspat und Magnesit (Ca, Mg)CO_3; letzterer ist Magnesiumkarbonat MgCO_3; d. h. er besteht aus Magnesia und Kohlensäure. Dieser dient zur Darstellung von Bittersalz und Kohlensäure.

An den ägyptischen Natronseen und in manchen Mineralwassern findet sich die Soda, ein Natriumkarbonat (Na_2CO_3), bestehend aus Natron (Na_2O, Kohlensäure (CO_2) und Wasser (H_2O). Ihre glashellen, farblosen, laugenartig schmeckenden Krystalle zerfallen an der Luft unter Abgabe von Wasser. Die für Seifen- und Glasfabrikation, Färberei, Wäscherei ꝛc. wichtige Soda wird meist künstlich — aus dem Kochsalz — dargestellt.

2. **Eisenspat** oder **Spateisenstein** (Siderit). An einem gelblichen bis braungelben Mineral sehen wir knollig gehäufte Bildungen. Krystallisiert ist es durchscheinend und glasglänzend; andere, schon mehr zersetzte Stücke sind dunkler und undurchsichtig. Das Gewicht ist ziemlich bedeutend.

Wir füllen ein Glas bis zum Rand eben voll mit Wasser und versenken nun ein Stück Spateisenstein in demselben. Das überfließende Wasser fangen wir sorgfältig in einer Schale auf und wiegen es; seine Masse entspricht natürlich genau dem Rauminhalt des Minerals, da es ja durch dieses verdrängt wurde. Nun nehmen wir das letztere wieder heraus, trocknen und wiegen es; sein Gewicht wird etwa 3,8 mal soviel betragen als das des verdrängten Wassers. Die Zahl, welche dieses Verhältnis angibt, nennt man spezifisches Gewicht. Beträgt z. B. das spezifische Gewicht des Kalkspats 2,7, so wiegt er also gerade 2,7 mal soviel wie ein gleicher Raumteil Wasser (das letztere immer bei 4° C. und destilliert angenommen). Diese Verhältnisse sind in der Praxis wichtig, da man jederzeit mit Hilfe des von jedem Körper bekannten spez. Gewichts und des ebenfalls leicht meßbaren Volumens das Gewicht von Stein- und Eisenkonstruktionen berechnen kann, das mit der Wage ihrer Größe und Schwere wegen nicht gefunden werden kann.

Wenn wir den vorliegenden Siderit glühen, wird er schwarz, zuweilen auch magnetisch. Übergießen wir ein zerstoßenes Stückchen mit verdünnter Schwefelsäure, so löst es sich beim Erwärmen unter starkem Aufbrausen.

Der in Südösterreich in ausgedehnten Lagern vorkommende und zuweilen ganze Berge bildende Spateisenstein (z. B. Erzberg bei Eisenerz) ist wichtig für die Gewinnung des unentbehrlichsten aller Metalle, des Eisens. (s. d.)

3. Der **Malachit.** (Fig. 22.) Wir sehen ein Mineral von prachtvollem, leuchtendem Spangrün vor uns, dessen nadelförmige Krystalle büschelartig gruppiert sind. Noch häufiger erscheint es als dichte, aus feinen Fasern bestehende Masse von seidenartigem Glanz auf den unebenen Bruchflächen (sog. Atlaserz). Wir erhitzen ein Stückchen Malachit; es wird

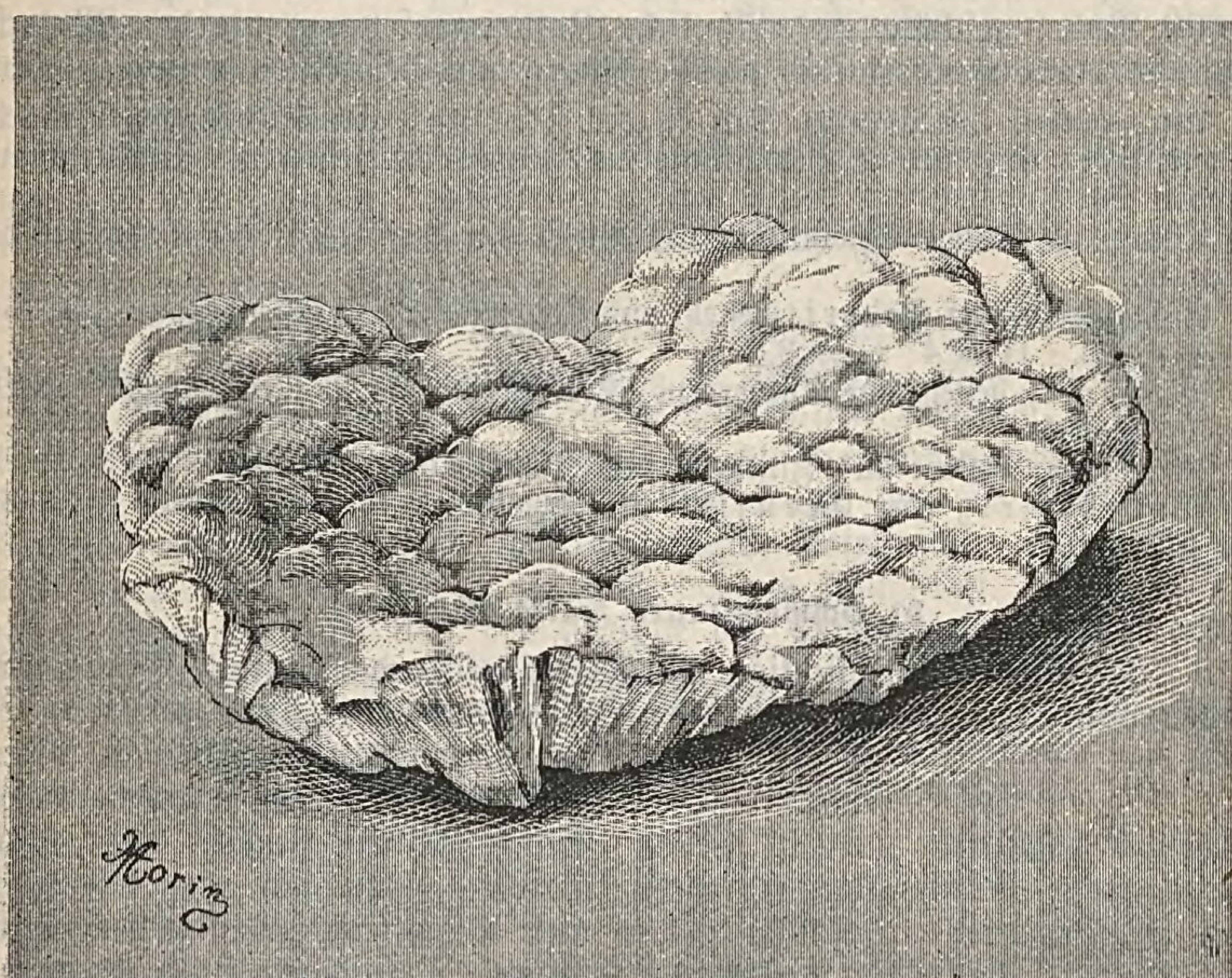


Fig. 22. Malachit.

unter Wasser- und Kohlensäureverlust schwarz; legen wir es auf glühende Kohlen, so schmilzt es, und ein rötliches Metallklümpchen bleibt zurück, welches wir als Kupfer erkennen.

Der Malachit ist also ein kupferhaltiges Mineral. Daß er auch Kohlensäure bildet, sehen wir an dem Erlöschen eines brennenden Spanes, sobald wir letzteren in das Gas halten, welches ein mit Salzsäure übergossenes Stückchen Malachit beim Erwärmen entwickelt.

Das Kupfer kann nicht mit verdampfen; es muß also in der grünen Lösung noch enthalten sein. Wir können es dadurch nachweisen, daß die grüne Farbe durch Zusatz von Ammoniak sich sofort in blau verwandelt. Noch einfacher ist es, einen Stahlkörper, z. B. eine Stricknadel in die grüne Lösung zu stecken; das Kupfer schlägt sich sofort auf dem Eisen

nieder und bildet einen roten Überzug, der umso stärker wird, je länger wir letzteres in der kupferhaltigen Lösung belassen; im gleichen Maße löst sich der Stahl auf.

Der Malachit, welcher in großen Massen im Ural, aber auch in Tirol 2c. vorkommt, dient zunächst gleich anderen Verbindungen von Kupfer der Gewinnung dieses wichtigen Metalls (s. d.). Doch ist er auch seiner prächtig smaragd= oder spangrünen Farbe wegen sehr gesucht und werden die schönsten Stücke gleich Marmor zu Tischplatten 2c. geschnitten, zu allerlei Geräten verarbeitet und selbst fournierartig zur Belegung anderer Steine benutzt. Eine kostbare Malachitvase steht in der Pinakothek zu München; acht große Säulen der Isaakskirche in Petersburg sind mit Platten aus diesem Stoff belegt, und eine naturkundliche Sammlung ebendort besitzt einen Block von fast 1 cbm Größe, der auf 525000 Rubel geschätzt ist. Ähnliche Zusammensetzung wie der Malachit besitzt die blaue Kupferlasur, welche häufig mit demselben gefunden wird.

Ein anderes kohlensaures Salz ist der Zinkspat oder Kohlengalmei, der als wichtigstes Erz für die Gewinnung des Zinkes bei letzterem Metall genauer behandelt ist.

Ebenso ist für die Gewinnung des Bleies der Bleispat oder Cerussit von Bedeutung.

Eisenspat oder Siderit besteht aus Kohlensäure und Eisenoxydul ($FeCO_3 = FeO + CO_2$). H = 4; G = 3,8.

Malachit besteht aus Kupferoxyd, Kohlensäure und Wasser ($Cu_2[HO]_2CO_3$). H = 4; G = 4.

Zinkspat besteht aus Zinkoxyd und Kohlensäure ($ZnCO_3$).

Weißbleierz oder Cerussit ist kohlensaures Blei ($PbCO_3$). H = 3,5; G = 6,5.

b) Schwefelsaure Salze (Sulfate).

1. Der **Gips**. Durchsichtige, wie Glas aussehende Krystalle (Fig. 23, 24) strahlen von einem Punkt nach allen Seiten aus (Gipsrosen); sie lassen sich nach einer Richtung in dünne, glänzende Blättchen spalten. Andere Stücke bilden flache, durchsichtige Tafeln, welche sich ganz wie Glimmer in die feinsten Blättchen spalten lassen. Derartigen Gips nennt man Marienglas oder Fraueneis. Ferner kennen wir derbe Gipssteine von weißer, grauer oder rötlicher Farbe und eine durchscheinende, dem weißen Marmor ähnliche, weiße Form, die man Alabaster nennt.

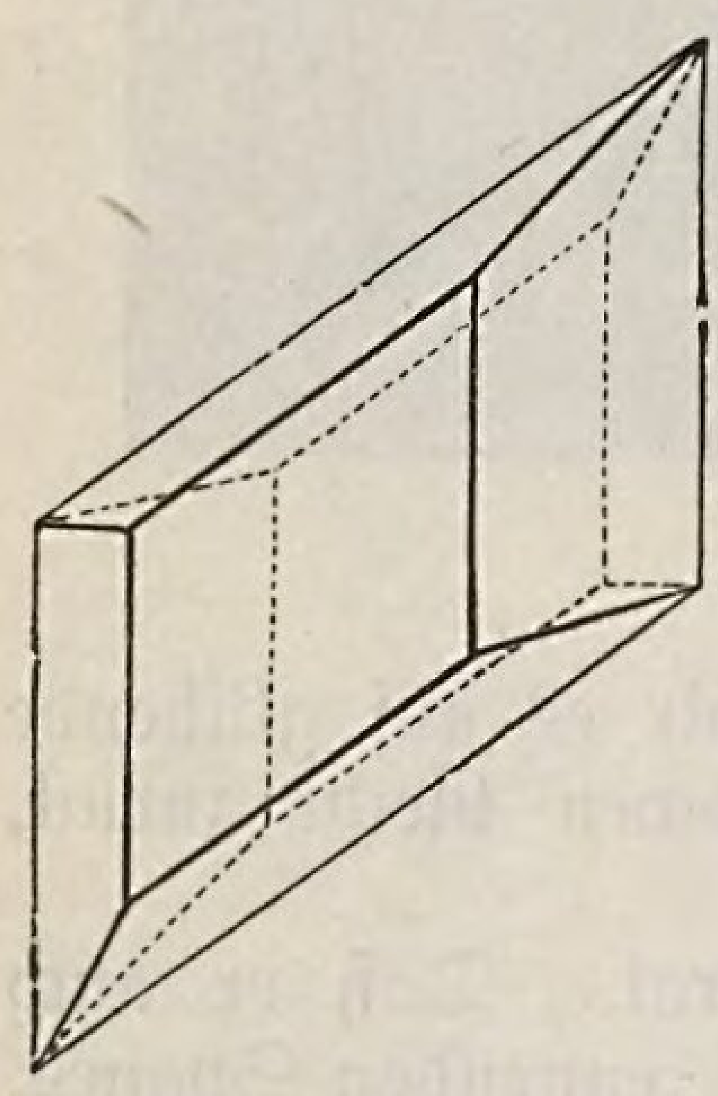


Fig. 23. Halbpyramide.

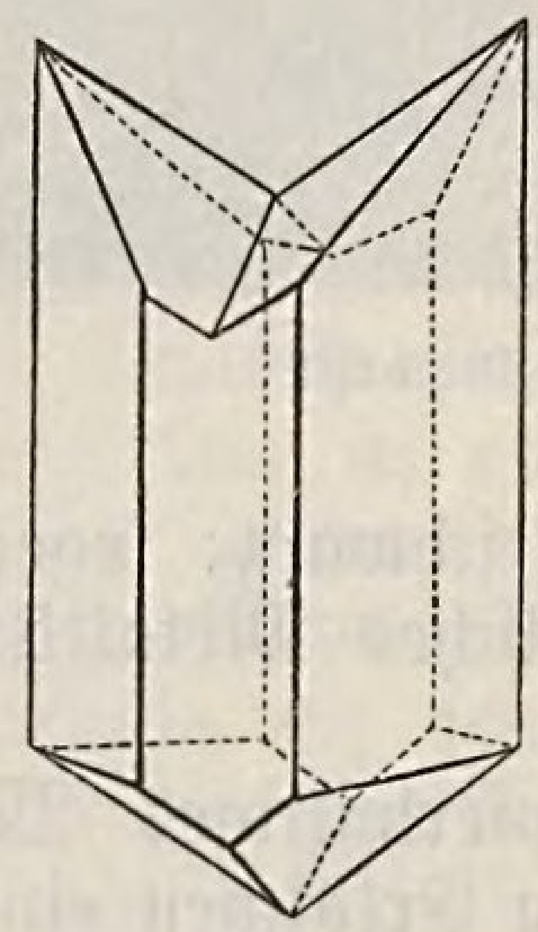


Fig. 24. Zwillingskrystall des Gypses.

Wir erkennen den Gips zunächst an seiner geringen Härte, indem der Fingernagel den Gipsstein ritzen kann. Sicherer ist folgender Versuch: Wir erhitzen ein Stückchen Gips, wodurch es Wasser verliert, und zerstoßen es zu Pulver. Setzen wir nun etwas Wasser zu diesem Pulver von gebranntem Gips, so wird es von letzterem begierig aufgenommen, worauf die Masse rasch erhärtet.

Auf dieser Eigenschaft beruht die höchst wichtige Anwendung gebrannten Gipses zum Abformen der verschiedensten Gegenstände. Alle Museen, Zeichenschulen, Sammlungen 2c. können sich Abgüsse von Kunstwerken verschaffen, welche getreu die Form derselben darstellen und oft sogar ein genaueres Studium ermöglichen, als die oft durch Flecke entstellten Originale. So war es sogar möglich, von den beim Untergang Pompejis verunglückten Menschen noch Abgüsse zu erhalten, indem man die einst durch ihre Körper in dem vulkanischen Aschentuff ausgefüllten Hohlräume sorgfältig mit Gips ausgoß.

Außerdem dient gebrannter Gips statt des Mörtels, ferner zu den Stukkaturarbeiten an Decken und Wänden, zum Befestigen von Haken 2c. in der Mauer, zur Zementfabrikation. Schon die Alten kannten seine Verwendung zu Mörtel; die Cheopspyramide ist z. B. größtenteils mit Gipsmörtel aufgebaut. Die Kunst des Gipsabgusses hat nach Plinius bereits Lisistratos aus Sikyon zuerst beim Abformen eines menschlichen Gesichtes verwendet.

Bekannt ist der Gebrauch des Eingipsens gebrochener Glieder, um ihnen die zur Heilung unbedingt nötige Ruhe zu verschaffen. Endlich klären sich auch trüb gewordene Flüssigkeiten, z. B. Wein, leicht durch Schütteln mit etwas Gipspulver.

Der milchweiße, schöne **Alabaster**, welcher vielfache Verbreitung hat (findet sich z. B. bei Hohenschwangau in Bayern), wird namentlich zu kleineren Bildwerken benutzt, wie sie in Oberitalien zahlreich in Form von allerlei Andenken (Briefbeschwerer 2c.) an die Reisenden verkauft werden.

Der Gips tritt in der Regel in Begleitung des Steinsalzes, oft in mächtigen Bergen auf (z. B. Salzkammergut, Wieliczka). Zu seiner vielfachen Verwendbarkeit tritt auch noch die als Dungstoff. Besonders bei unseren Kulturpflanzen aus der Gruppe der Schmetterlingsblüter erreicht man mit ihm oft glänzende Resultate.

Gips ist schwefelsaures Calcium ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) und kristallisiert monoklin. $H = 2$; $G = 2{,}3$. Es kommt auch ein wasserfreier Gips (Anhydrit vom griech. ānydros, ohne Wasser) vor, und kristallisiert in rhombischen Tafeln.

2. Der **Schwerspat** (Baryt von barýs, schwer). An dem meist hellfarbigen Stein fallen uns zunächst ziemlich große, tafelförmige, rhombische Krystalle auf. Andere Stücke sind derber Struktur. Nehmen wir eines in die Hand, so bemerken wir eine bedeutende Schwere, wovon auch der Name dieses Minerals herrührt. Es wiegt 4,5 mal soviel, als ein gleich großes Volumen Wasser, oder mit anderen Worten: sein spezifisches Gewicht ist 4,5.

Versuchen wir den Schwerspat mit Salpetersäure oder Salzsäure aufzulösen, so wird es nicht gelingen; er ist also gegen Säuren sehr widerstandsfähig.

Die Bekanntschaft des Schwerspates macht man zuweilen in sehr unliebsamer Weise. Mehl und Zucker hinterlassen, mit Wasser angerührt, nicht selten Rückstände, welche sich bei näherer Untersuchung als ein zur Vermehrung des Gewichtes in sträflicher Absicht beigemengtes Schwerspatpulver erweisen.

Ein ähnliches Mineral ist der **Cölestin**, der, mittels der Lötrohrflamme erhitzt, eine Rotfärbung derselben veranlaßt. Diese kommt von seinem Gehalt an Strontium, und Verbindungen dieses Metalles werden in der

Kunstfeuerwerkerei verwendet. Das prachtvoll rote bengalische Feuer wird z. B. durch Zusatz von Strontiumsalpeter erreicht.

Schwerspat ist eine Verbindung von Baryt (BaO) mit Schwefelsäure ($BaSO_4$). Er ist schwer schmelzbar, der Strich weiß. $H = 3,5$. $G = 4,5$.

Cölestin enthält statt des Baryts das Strontian oder die Strontianerde (SrO), hat also die Formel $SrSO_4$.

Bisweilen sind in Salzbergwerken Gesteine von dem gleichfalls hierher gehörigen Glaubersalz (nach seinem Entdecker, einem Arzte benannt) krustenartig überzogen. Dieses farblose, kühlend und ziemlich bitter schmeckende Mineral wird meist künstlich aus Kochsalz dargestellt und dient in der Medizin, bei Fabrikation von Soda und Glas. Es besteht aus Natron, einer Verbindung von Natriummetall und Sauerstoff, Schwefelsäure und Wasser ($Na_2SO_4 + 10H_2O$).

Als Auswitterung des Bodens, sowie gelöst in Mineralwassern kommt das Bittersalz vor, welches gleichfalls als Arzneimittel dient und vielfach künstlich aus seinen Wassern (Kissingen) oder Dolomit bereitet wird ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$).

3. Der **Alaun**. Vor uns liegt ein eiszapfenähnliches Gebilde, das sich bei genauer Betrachtung als eine Ansammlung großer, oktaedrischer Krystalle erweist, die sich um einen Wollfaden angesetzt haben — also offenbar künstlich erzeugt sind. Der Alaun kommt nämlich nur äußerst selten in der Natur krystallisiert vor, sondern wird meist aus Alaunerde, verwitterter Lava, Alaunschiefer u. dgl. gewonnen.

Werfen wir Alaun in warmes Wasser, so löst er sich ziemlich schnell darin auf, ohne einen Rückstand zu hinterlassen; hängen wir dann einen Faden in das Glas, so setzen sich beim Erkalten der Lösung wieder dieselben Krystalle an, wenn auch natürlich in anderer, zufälliger Gruppierung. Jedes Mineral hat seine bestimmte Krystallform und nimmt dieselbe immer wieder an, sobald es sich aus einer Lösung oder einer geschmolzenen Masse abscheidet.

Alaunkrystalle enthalten Wasser; wir sehen dies deutlich, wenn wir sie erhitzen. Bei 100° blähen sie sich stark auf und verlieren ihren Wassergehalt vollständig.

Der Alaun, den wir schon an seinem ganz eigentümlichen, herb zusammenziehenden und doch süßlichen Geschmack sowie der Blaufärbung des erhitzten mit einer Lösung von Kobaltnitrat erkennen, ist in der Industrie nicht unwichtig. Außer zu manchen anderen Zwecken dient er zur Konservierung von Fellen, zum Klären von Flüssigkeiten, zur Ausfüllung der Doppelwände an feuerfesten Schränken, damit sein Krystallwassergehalt die eindringende Hitze absorbieren soll. Ferner ist er ein Arznei- und Beizmittel und wird in der Gerberei und Färberei benutzt.

Alaun besteht aus Kalium- und Aluminiumsulfat ($KAl[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$).

4. Der **Kupfervitriol**. So selten wie die Alaunkrystalle finden wir die schön lasurblauen triklinischen Krystalle des Kupfervitriols in der Natur, da sie ja gleich jenen in Wasser löslich, also schneller Verwitterung unterworfen sind. Ihr Geschmack ist gleichfalls zusammenziehend, noch herber als der des Alauns. Der Kupfervitriol ist wie alle löslichen Kupferverbindungen sehr giftig.

Wir können ihn leicht selbst erzeugen, wenn wir eine Kupfermünze in heißer, konzentrierter Schwefelsäure lösen und die Flüssigkeit langsam verdampfen lassen. Die Gegenwart des Kupfers im Vitriol wird, wie beim Malachit, durch den Niederschlag von metallischem Kupfer nachgewiesen,

der sich auf einem, in die Lösung getauchten Stahlstück bildet. Kupfer verrät sich auch durch die spangrüne Färbung einer Flamme, sobald wir gepulverten Kupfervitriol darin glühen.

Man gewinnt dieses Salz oft aus Grubenwassern, in denen es gelöst vorkommt (z. B. Goslar), den sog. Zementwassern, durch Verdampfen und benützt es in der Färberei, besonders aber in der heute sehr viel angewendeten Galvanoplastik. Bei diesem Verfahren wird aus der Lösung metallisches Kupfer auf einer durch Bepinselung mit Graphit elektrisch leitend gemachten Form niedergeschlagen. Sowohl kleine, sehr feine Abdrücke von Münzen, als große Figuren, wie die des Gutenbergdenkmals in Frankfurt a. M., lassen sich auf diese Weise herstellen. Vielbenutzte sog. Clichés, d. h. Druckstöcke wie z. B. im vorliegenden Buch, werden zur Schonung der Originale oft galvanoplastisch abgeformt und auch die Platten für den Kupferstecher mit keiner andern Technik so rein und gleichmäßig hergestellt.

Kupfervitriol ist aus Kupferoxyd (CuO), Schwefelsäure (H_2SO_4 oder mit Weglassung des Wassers H_2O auch einfach SO_3 geschrieben) und Wasser ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$). H = 2,3, G = 2,2.

Ein gleichfalls hierher gehöriges Salz, der bläulich grüne Eisenvitriol, welches gleichfalls beim Erhitzen schmilzt und weiß wird, entsteht durch Zersetzung der Eisenkiese in der Natur und wird auch aus letzteren künstlich hergestellt. Seine durch Galläpfeltinktur schwarz gefärbte Lösung gibt die Tinte. Außerdem dient Eisenvitriol zur Herstellung der rauchenden Nordhäuser Schwefelsäure (Vitriolöl) zum Färben und zur Desinfektion. Er besteht aus Schwefelsäure, Eisenoxydul (FeO) und Wasser ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$). H = 2. G = 1,8.

Rückblick. Die in obiger Gruppe betrachteten Mineralien sind dadurch entstanden, daß in der Schwefelsäure der darin enthaltene Wasserstoff durch ein Metall — z. B. Calcium (Gips), Baryum (Schwerspat), Kupfer (Kupfervitriol) — ersetzt oder vielmehr verdrängt wurde. Dieser Prozeß vollzieht sich z. B., wenn wir Schwefelsäure mit Kupfer zusammenbringen und so den Kupfervitriol erzeugen. Salze überhaupt nennen wir gewöhnlich diejenigen Körper, welche durch Verbindung völlige oder teilweise Vertretung des Wasserstoffs einer Säure durch ein Metall entstehen. Bei der vorigen Gruppe findet man z. B. Kohlensäure mit Kupfer beim Malachit, mit Eisen beim Spateisenstein, mit Calcium beim Kalkstein verbunden.

c) Phosphorsaure Salze (Phosphate) u. s. w.

1. Der **Apatit**. An vielen Orten, oft in der Nähe des Flußspates, findet sich dieses weiße, gelbliche, selten violette Mineral, welches meist in kurzen, sechsseitigen Prismen vorkommt (also nach dem hexagonalen System krystallisiert). Aus dem Zillerthal in Tirol kommt der grüne, durchscheinende „Spargelstein", gleichfalls ein Apatit. Der letztere Name ist von *ἀπατάω* griech. täusche abgeleitet und erklärt sich daraus, daß man den Apatit früher, ehe die Chemie die Zusammensetzung der anorganischen Körper in untrüglicher Weise ermitteln konnte, mit anderen Mineralien verwechselte. Kleinere Splitter zeigen bei Erhitzung im Dunkeln ein schön grünes Phosphoreszieren.

Wichtig ist der Apatit in seinen derben Formen (Phosphorit) als Dungmittel, wozu er wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure sehr geeignet

ist. Die letztere ist ein wichtiges Nahrungsmittel für die Pflanzen und macht einen erschöpften Boden wieder zum Anbau tauglich.

2. Ein weit schöneres Phosphat ist der himmelblaue **Türkis**, den auch der Laie als häufig gebrauchten Ringstein kennt. Die prächtig blaue Farbe dieses immer nur in rundem Schliff verwendeten, undurchsichtigen Halbedelsteins, der am schönsten zu Nischapur in Persien gefunden wird, erregte von jeher die Aufmerksamkeit der Menschen. Nach dem Glauben der Alten sollte er überall Streit verbannen, Friede und Freundschaft bringen. Die Tiroler Gemsjäger hielten das Tragen eines Türkisringes für das beste Mittel gegen den Schwindel. Gefälscht wird er mit künstlich gefärbtem, fossilem Elfenbein, welches aber bei Kerzenbeleuchtung einen grauen Schimmer zeigt.

3. Durch seine schöne grasgrüne Farbe (eine Varietät, das Braunbleierz, ist nelkenbraun) fällt der **Pyromorphit, Grünbleierz** auf, welches ähnlich dem Bergkrystall in hexagonalen Prismen auftritt; doch findet man auch traubige oder derbe Massen. Dieses, in Sachsen, dem Harz und Böhmen vorkommende Mineral enthält das Metall Blei, ist aber seiner Seltenheit wegen für die Gewinnung desselben nicht wichtig.

Die oben betrachteten Mineralien enthalten einen Grundstoff, der nicht frei in der Natur vorkommt: den **Phosphor.** Die Verbindungen desselben haben weite Verbreitung in der Natur; die Pflanzen, besonders die eiweißhaltigen Samen, Blut und Fleisch der belebten Wesen enthalten Phosphor, und die Hauptmasse des Skeletts besteht aus phosphorsaurem Kalk, der ihm die Festigkeit verleiht.

Legen wir einen Knochen in Salzsäure, so wird er so weich, daß wir ihn durch den Hals einer Flasche schieben können, der vorher viel zu eng war. Es kommt dies davon, daß die Salzsäure dem Knochen den phosphorsauren Kalk u. s. w. entzogen und nur die weiche Knorpelmasse zurückgelassen hat. Aus den Tierknochen gewinnt man auch den meisten im Handel befindlichen Phosphor.

Derselbe ist in vieler Beziehung höchst merkwürdig. Er stellt einen gelblichweißen, bei gewöhnlicher Temperatur wachsweichen Körper dar, welcher unangenehm knoblauchartig riecht. An einem schwach geriebenen (nicht brennenden) Phosphorzündhölzchen können wir diesen Geruch leicht wahrnehmen. Da sich der Phosphor in freier Luft entzündet, kann er nur unter Wasser aufbewahrt werden. Mit der Hand darf man ihn daher nicht anfassen, da er bösartige Brandwunden verursacht. Die auffallendste Eigenschaft ist sein Leuchten im Dunkeln, weshalb er einem seiner Entdecker, Kunkel (1678), einem Alchymisten, ebensoviel eintrug, als wenn er wirklich die Kunst des Goldmachens entdeckt hätte.

Die bekannteste Verwendung des Phosphors ist die zu Zündhölzchen, welche erst in geschmolzenen Schwefel, dann in eine phosphorhaltige Zündmasse getaucht und mit einem Firnis überzogen werden. Streichen wir ein gewöhnliches Zündholz im Dunkeln an einer Mauer, so löst sich der Firnis ab und ein leuchtender Phosphorstrich wird sichtbar; dann entzündet sich der Phosphor. Die Flamme ergreift den Schwefel, was wir an der blauen Flamme und dem scharfen Geruch von schwefliger Säure erkennen, und dieser setzt dann erst das Holz mit gelber Flamme in Brand.

Da bei der Giftigkeit des Phosphors die Arbeit in den Zündholzfabriken sehr gesundheitsschädlich ist und vielfach durch Selbstentzündung

der Hölzchen bei geringer Reibung oder Wärmesteigerung Unglück vorkam, suchte man nach einem Ersatz des gewöhnlichen Phosphors. Man fand ihn in einer merkwürdigen Modifikation des letzteren, dem roten oder amorphen (gestaltlosen) Phosphor, welcher sich bei Erhitzung auf 250° unter Abschluß von Luft aus jenem bildet. Er ist geruch- und geschmacklos, nicht giftig, leuchtet nicht und entzündet sich erst bei 260°, ist also auch nicht feuergefährlich. Man verwendet ihn als Reibfläche und versieht die meist mit Paraffin 2c. getränkten Hölzchen mit einem Kopf von chlorsaurem Kali, welches sich beim Reiben zersetzt. Von einem Deutschen (Böttger) erfunden, kamen diese neuen Hölzchen doch erst in Gebrauch, als eine schwedische Fabrik (Jönköping) ihre Herstellung im Großen übernahm. 1874 verschickte dieselbe 8 635 000 kg im Werte von fast 5 Millionen Mark, ist aber jetzt wieder vielfach durch deutsche Erzeugnisse zurückgedrängt.

4. Der **Wolframit** ist ein bräunlichschwarzes Mineral, dessen nach einer Richtung gut spaltbare Krystalle auf den Flächen fettartig, auf den Spaltebenen diamantartig glänzen. Es findet sich auch derb oder schalig. Der im Erzgebirge, dem Harz 2c. vorkommende Wolframit enthält das Wolfram, ein graues, hartes und sprödes Metall, welches beim Erhitzen blau anläuft, sich aber an der Luft nicht verändert. Wichtig ist es zur Herstellung einer Legierung, des Wolframstahles. Dieser zeichnet sich durch bedeutendere Härte und muscheligen Bruch, sowie besonders gute magnetische Eigenschaften aus und dient deshalb besonders zu Magneten.

Apatit besteht aus Phosphorsäure (H_3PO_4), Kalkerde und wenig Chlor- oder Fluorkalcium ($Ca_5Cl(Fl)[PO_4]^3$). $H = 5$; $G = 3{,}2$.

Türkis besteht aus Phosphorsäure, Thonerde (Al_2O_3) u. Wasser ($Al_2[HO]_3PO_4 \cdot H_2O$). Die Färbung wird durch Kupfergehalt veranlaßt. $H = 6$. $G = 2{,}6$.

Pyromorphit ist aus Bleioxyd, Chlorblei und Phosphorsäure zusammengesetzt ($Pb_5Cl[PO_4]_3$). $H = 4$; $G = 7$.

Wolframit ist $FeWO_4$ oder $MnWO_4$, enthält also Eisen oder Mangan in Verbindung mit Wolframsäure. $H = 5$; $G = 7{,}3$.

Hierher gehört auch noch das tetragonal krystallisierende, honiggelbe Gelbbleierz, aus Bleioxyd und Molybdänsäure bestehend ($PbMoO_4$).

d) Salpetersaure Salze (Nitrate).

2. Der **Kali-Salpeter**. An den feuchten, von den Auswurfstoffen der Tiere durchdrungenen Mauern eines Stallgebäudes bemerken wir einen reifartigen, weiß schimmernden Überzug von kleinen Salpeter-Kryställchen. Können wir sie einsammeln und in warmem Wasser lösen, so bilden sich beim Erkalten farblose, durchscheinende Krystalle des rhombischen Systems. Beim Erhitzen schmelzen die Krystalle und färben die Flamme violett. In Ungarn und Ostindien gewinnt man ihn als Auswitterung des Bodens in der Nähe von Ställen und durch Abkehren des Bodens, auf dem er als bläulichweiße, dünne Schicht erscheint. Der Salpeter ist ein vielverwendeter, wichtiger Stoff, welcher zunächst zur Herstellung von Salpetersäure dient. Diese ist farblos, raucht an der Luft und hat scharfätzende Wirkung, weshalb sie auch auf der Haut tiefe, schmerzende Wunden erzeugt. Wasser nimmt sie begierig auf und erwärmt sich beim Vermischen mit demselben. (Vorsicht!) Zu Metallen gebracht, oxydiert sie dieselben kräftig, d. h. der in ihr enthaltene Sauerstoff geht eine Verbindung mit dem Metall ein nnd bewirkt meist eine Lösung des betreffenden Nitrates.

Kupfer wird z. B. sofort von ihr gelöst; es entsteht das dunkelblaue (giftige und ätzende) Kupfernitrat. Das Gold greift sie nicht an, trennt es aber aus seiner Legierung mit Silber (daher „Scheidewasser"). Erst in Mischung mit Salzsäure, als sog. „Königswasser", kann sie auch das Gold lösen.

Außer zahlreichen anderen Zwecken dient sie der Darstellung eines eigentümlichen Körpers, der Schießbaumwolle. Man erhält letztere durch Behandlung von reiner Baumwolle mit Salpetersäure und Schwefelsäure; die erstere bleibt scheinbar unverändert, selbst unter dem Mikroskop, knistert aber etwas beim Zusammendrücken. Ein kleines Bäuschchen, auf der Hand entzündet, verfliegt unter heller Flamme spurlos, ohne Schaden; in einen engen Raum geschlossen, explodiert aber die Schießbaumwolle mit furchtbarer Gewalt, welche die des Pulvers weit übertrifft.

Durch innige Vermengung der erwähnten Schießbaumwolle mit Kampfer erhält man unter Erwärmung und Druck das hornartig durchscheinende, sehr elastische Celluloid, welches zu einer Menge von Gegenständen, wie Schmuckwaren, Kämmen, chirurgischen Instrumenten, zu Fälschungen von Korallen, Bernstein 2c. und zur Herstellung der sog. Gummiwäsche verwendet wird. In mancher Hinsicht vermag es seiner Bildsamkeit wegen den Kautschuk zu ersetzen; so lassen sich Stücke, mit Alkohol und Äther benetzt, zusammenschweißen, in Wasser von 125° in alle Formen pressen u. s. w. Nur in einer Hinsicht offenbart sich seine Herkunft von der Schießbaumwolle, in seiner Entzündlichkeit. Namentlich als man die teuren Billardbälle aus Elfenbein durch solche von Celluloid ersetzen wollte, zeigte sich auch seine Neigung, durch heftigen Stoß in Brand zu geraten.

Durch Einwirkung von Salpeter- und Schwefelsäure auf Glycerin entsteht das **Nitroglycerin**, welches gewöhnlich, von Kieselguhr aufgesaugt, als **Dynamit** verwendet wird. Was dieser furchtbare Sprengstoff geleistet, ist bekannt. Bis in die Tiefen der Erde hinab zerschmettert es die Gesteine und schlägt die Erze in Trümmer, damit sie der Mensch nach der Oberfläche schaffen kann. Über die Gebirge hinüber bahnt es ihm Wege an den Wänden der Schluchten oder hilft ihm die Berge durchbohren, damit seine Eisenbahnen durch ihren Schoß hindurchgehen, alle Gefahren vermeidend, welche ihnen oben in Gestalt von Lawinen und Steinstürzen drohen. Was sind die sieben Weltwunder der Alten gegen die Riesentunnels vom St. Gotthard, Mont Cenis und Arlberg, gegen die Durchschneidung der Meerenge von Suez, die Vernichtung der gewaltigen, schiffahrthindernden Hellgateklippe von New-York! Sie wären alle nicht möglich gewesen ohne den mächtigen Arbeitshelfer, den die Chemie in die Dienste des Menschen gestellt.

Dem Salpeter verdanken wir auch jenen Stoff, welcher eine ganze Umwälzung im Heereswesen veranlaßt hat, das Schießpulver. Dasselbe besteht aus einem Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle. Der erstere, welcher bei Berührung mit glühender Kohle rasch verpufft, gibt dem Pulver die Sprengkraft, letztere (am besten vom Faulbaum) die Entzündlichkeit. Je feiner das Pulver, desto stärker ist seine Wirkung, welche auf einer plötzlichen Verwandlung in gasförmige Körper beruht, die bei 1 g Pulver schon 280 cbm einnehmen und dabei eine Wärme von 2200° C. entwickeln. Der dabei stattfindende Gasdruck, d. h. das Bestreben, sich

auszudehnen, beträgt über 4000 „Atmosphären". Da man unter einer Atmosphäre den Druck von 1,033 kg auf 1 qcm versteht, lasten auf jedem Quadratcentimeter der Innenwand des Pulverraumes, also der Gewehr oder Geschützkammer, 4000 kg oder 80 Zentner, und man begreift die Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel unter diesem gewaltigen Druck zum Lauf hinaus getrieben wird. Die Form des Geschützpulvers ist meist eine prismatische und die einzelnen Pulverprismen sind mehrfach durchbohrt, um eine möglichst gleichmäßige Verbrennung zu erzielen. (Fig. 25).

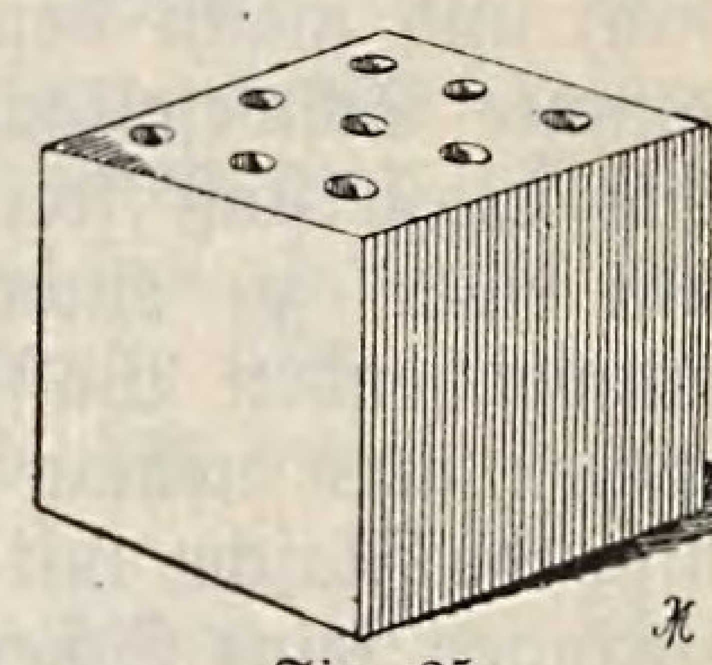


Fig. 25.
Prismatisches Pulver.

Ob der Franziskaner Berthold Schwarz im Anfang des 14. Jahrhunderts das Pulver erfunden, ist nicht sicher; dagegen weiß man, daß Chinesen und Araber schon seit langer Zeit ähnliche Mischungen zu Kriegszwecken benutzten. In Deutschland machte die Einführung der Feuerwaffen dem Rittertum und seinen glanzvollen Erscheinungen allmählich ein Ende, da die Kraft des Einzelnen sich nicht mehr in so hervorragender Weise bethätigen konnte, die Rüstungen zwecklos wurden und Mauern und Türme der Burgen vor den Geschossen in Trümmer sanken.

(Das heute zu Kriegszwecken gebrauchte, fast rauchlose und bei der Entladung viel schwächeren Knall verursachende Pulver besteht aus ganz anderen, der Schießbaumwolle ähnlichen Stoffen, seine Zusammensetzung ist bei den einzelnen Nationen verschieden und wird meist sorgfältig geheim gehalten.)

Kalisalpeter besteht aus Salpetersäure (HNO_3) und Kali; er heißt auch Kaliumnitrat (KNO_3). H = 2. G = 1,9.

Natronsalpeter ist $NaNO_3$ (Natriumnitrat).

Rückblick. Der Kali-Salpeter ist ein Salz, welches das Metall Kalium in Verbindung mit Salpetersäure enthält und wichtig ist sowohl für industrielle Zwecke als zur Herstellung einer Anzahl von Sprengstoffen. Der ähnliche Natron- oder Chili-Salpeter wird gewöhnlich zur Darstellung des vorigen und der Salpetersäure benutzt.

An diese Gruppe reiht sich ein borsaures Salz, der *Borax* oder Tinkal. Derselbe findet sich gelöst in vielen asiatischen Seen und an deren Ufern in wasserhellen, monoklinen Krystallen. Der Borax Lake in Californien enthält unerschöpfliche Mengen dieses Minerals; 3,96 g in einem Liter; auf seinem Grund befindet sich ein Lager von krystallisiertem Borax, welches man viele tausend Zentner schätzt. Viel Borax wird auch künstlich hergestellt, weil er in der Glas- und Porzellanfabrikation, beim Schmelzen des Goldes (daher Chrysokoll) um es heller zu färben, sowie zum Löten der Metalle rc. viel Anwendung findet.

Borax besteht aus Borsäure, Natron und Wasser ($Na_2B_4O_7 + 10\,aqu$) H = 1. G = 1,75. Schmilzt bei Erhitzung unter starkem Aufblähen und gibt mit vielen Mineralien auffallend gefärbte, glasähnliche Perlen, weshalb die „Boraxperle" bei manchen Untersuchungen benutzt wird.

Es wurde bei den Experimenten schon mehrfach der Begriff „*Säure*" erwähnt, welcher einiger Erläuterung bedarf. In einer Säure ist in der Regel ein Element oder eine Verbindung von solchen mit einem farb- und geruchlosen, aber brennbaren Gas, dem *Wasserstoff*, verbunden. Dieser Grundstoff kommt wenig im freien Zustand, aber in großer Menge, verbunden

mit anderen unorganischen Körpern, besonders mit einem zweiten gasförmigen, farb- und geruchlosen Grundstoff, dem Sauerstoff, im Wasser vor.

Wir können ihn aus letzterem erhalten, wenn wir ein Stückchen Natriummetall auf Wasser werfen. Unter Zischen und Flammenerscheinung verbindet sich dieses Metall mit dem Sauerstoff des Wassers (es „oxydiert" sich) und macht den Wasserstoff frei. Oder wir werfen Zinkstreifen in verdünnte Schwefelsäure; diese löst das Metall alsdann rasch auf und gibt den Wasserstoff frei. Haben wir auf der Flasche einen durchbohrten Kork mit einer, zu einer Spitze ausgezogenen Glasröhre, so können wir den entweichenden Wasserstoff anzünden. Vorsicht bei diesem Experiment ist nötig; man nehme nicht zu viel Material und umwickele die sich stark erhitzende Flasche mit einem starken Handtuch, damit bei einem etwaigen Zerspringen keine Scherben ꝛc. umherfliegen können. Auch darf man das Gas erst nach einiger Zeit, wenn alle Luft ausgetrieben ist, anzünden; denn mit letzterer gemengt, ergiebt der Wasserstoff das heftig explodierende Knallgas.

Nicht alle Säuren sind wirklich „sauer" und scharf wie die drei bekanntesten, Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure, welche mit großer Vorsicht behandelt werden müssen; auch sind nicht alle flüssig (die sog. Kohlensäure z. B. luftförmig, Kieselsäure starr).

Die vielgebrauchte Schwefelsäure, die Salpetersäure und Kieselsäure enthalten auch noch ein anderes Element, den Sauerstoff, welcher von allen Grundstoffen die weiteste Verbreitung hat. Er ist zu 23 % in der Luft frei, zu 88,87 % im Wasser gebunden an Wasserstoff, außerdem in allen Gesteinen sowie in den meisten organischen Körpern enthalten. Im Sonnenlicht wird diese wichtige Luftart, ohne welche eine Atmung nicht möglich ist, von den Pflanzen ausgeatmet. Er veranlaßt die Verbrennung, die Oxydierung der Metalle (z. B. Eisenrost), die Verwesung organischer Körper, deren Bestandteile dadurch wieder dem Kreislauf der Natur zufallen. Von seinen chemischen Verbindungen ist die wichtigste das Wasser.

e) Kieselerde.

1. Der **Quarz**. Vor uns liegt ein Krystall, welcher eine sechsseitige oder hexagonale Säule mit aufgesetzter, etwas unregelmäßiger Pyramide darstellt. Er ist glashell und besitzt leichte Querstreifung; der Bruch an einem Ende zeigt, daß er mit diesem aufgewachsen war. An anderen Stücken sehen wir, daß mehrere solcher Krystalle in der Regel eine Druse bilden. Weil diese Bildungen in den Quarzgängen der Hochgebirge vorkommen, nennen wir sie Bergkrystall. Von dort werden sie häufig durch Wildbäche zu Thal gerollt, rund und matt geschliffen, und da namentlich im Rhein viele solcher durchscheinender Rollsteine gefunden

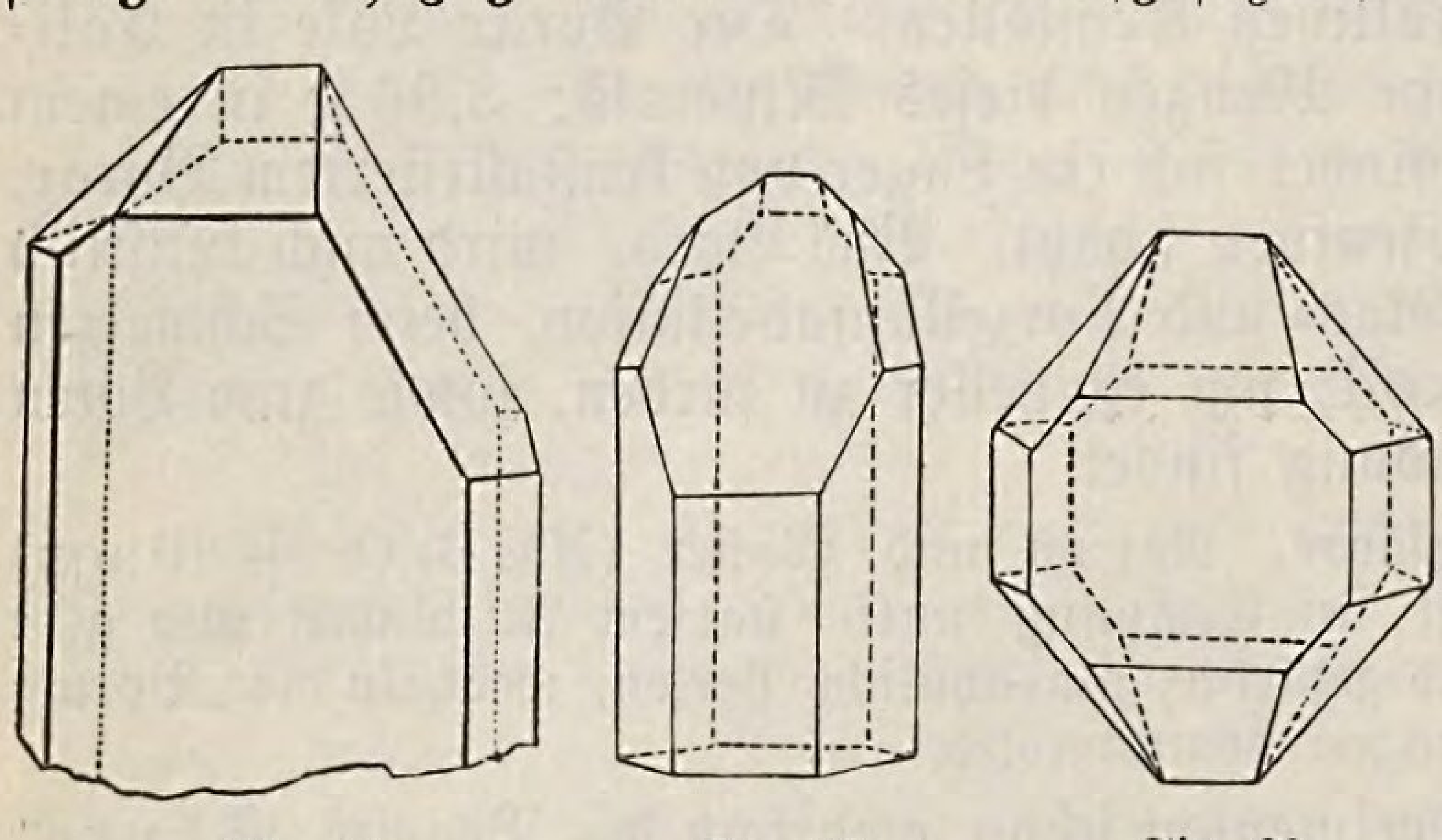


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.
Bergkrystalle.

werden (vom St. Gotthard), heißen sie gewöhnlich Rheinkiesel. Nicht immer ist dieses Mineral farblos; rauchbraune heißen Rauchtopas, schwarze Morione, gelbliche Citrine und prächtig violett gefärbte nennt man Amethyste. (Vgl. Fig. 26—28.)

Wir versuchen einen dieser Steine mit dem Messer zu ritzen, es gelingt nicht, weil der Quarz eine große Härte besitzt. Ebenso hart wie die reinste Form, der Bergkrystall, ist der krystallinische, derbe Quarz. Schlagen wir mit einem Stahlstück daran, so sprühen Funken weg. Diese entstehen durch Erglühen feiner, abgeschlagener Stahlteilchen und sind im stande, darunter gelegten Feuerschwamm zu entzünden. Aus Zunder, Stahl und Feuerstein (einem dichten Quarz) bestand bis vor wenigen Jahrzehnten das Feuerzeug unserer Vorfahren.

Zerschlagen wir einen Bergkrystall, so bricht er wegen seines sehr festen, gleichmäßigen Gefüges nicht nach den Neigungswinkeln der Flächen, sondern muschelig. Reiben wir zwei Quarzstücke im Dunkeln aneinander, so leuchten sie.

Der Bergkrystall war wegen seiner Reinheit schon im Altertum ein vielgesuchter und geschätzter Stein, wenn er auch jetzt sehr an Wert verloren hat. Die Chaldäer nannten ihn Krystallon, woraus das griechische Krystallos geworden ist. Heutzutage bezeichnen wir alle regelmäßigen Mineralformen überhaupt mit dem Worte „Krystall“. Namentlich die Römer liebten kostbare Gefäße aus demselben mit durchbrochener, mühsam herausgeschnittener und geschliffener Ornamentik; bei uns dient er außer zu Schmuck auch zu Brillengläsern und anderen Linsen von starker Brechungskraft.

Namentlich in den Schweizer Alpen kommen in Höhlen, den sog. Krystallkellern, große Drusen dieses Minerals vor von oft riesiger Größe und mehreren Zentnern Gewicht; eigene Krystallsucher beschäftigen sich mit dem Aufsuchen solcher Räume, die sich oft nur durch kleine Öffnungen oder Quarzadern an steilen Felswänden verraten, und dringen unter großer Anstrengung, oft mit Lebensgefahr, zu denselben vor, nachdem sie den Eingang durch Sprengen erweitert. (Fig. 29.) Im Jahre 1869 machte man einen großartigen Fund am Tiefengletscher, wo 200 Zentner Rauchtopase von schönster Reinheit gebrochen wurden. Der größte ist 133 kg schwer, 69 cm hoch und hat einen Umfang von 122 cm. Die größten Bergkrystalle, bis 2 m lang und bis 14 Zentner schwer, kommen aber aus Madagaskar.

Schlägt der Blitz in Quarzsandboden, so schmilzt er sehr häufig die Körnchen desselben zu einer Art Glas zusammen, und da er sich meistens in mehrere Strahlen spaltet, so entstehen feste, außen rauhe, innen glasige Röhren im Sand, welche den Durchgangsstellen derselben entsprechen. Man findet sie oft von mehreren Metern Länge und bis zu 5 cm dick. Da sie widerstandsfähiger geworden sind als der lockere Sand, bleiben sie, wenn dieser weggeschwemmt oder geweht wird, stehen und ragen wie Baumwurzeln aus demselben hervor.

Die schönste und geschätzteste Abart des Bergkrystalls ist der violette Amethyst. Die Griechen nannten diesen Stein amethystos in Mißverkennung des persischen „Dschemest“, und glaubten, wie amethystos (ohne Rausch) andeutet, daß er ein Mittel gegen Trunkenheit sei. Aristoteles empfiehlt deshalb das Tragen eines solchen Steines auf der Brust.



Fig. 29.
Entdeckung einer großen Quarzkrystallmasse in der Schweiz.

Der gemeine Quarz von derbkrystallinischem Gefüge bildet teils selbständig ganze Gebirge, teils baut er solche in Verbindung mit anderen Gesteinsarten gemengt auf. Der „Pfahl“ im bayerischen Wald ist z. B. eine Quarzmauer, die sich durch Verwitterung und Abschwemmen der Umgebung allmählich aus derselben emporgehoben hat. Der Granit (s. d.) ist ein Gemenge aus Feldspat, Quarz und Glimmer, der Sandstein eine zusammengebackene Masse aus Quarzsand.

Ein Stückchen Quarz, das wir ins Feuer halten und mit Säuren behandeln, widersteht allen Versuchen; sobald wir aber dasselbe zerstoßen und mit Soda zusammenbringen, schmilzt die Kieselerde mit jener zu einem Stückchen Glas zusammen. Dieses ist in Wasser löslich; kommen aber Kalk oder Bleioxyd hinzu, so wird es gegen Säuren (Flußsäure ausgenommen) und Wasser vollkommen widerstandsfähig. Auf dieser Eigenschaft beruht die Fabrikation jener wichtigen und für viele Zwecke geradezu unentbehrlichen Kieselsäureverbindung, welche wir Glas nennen.

Das Glas ist ein amorpher (gestaltloser), meist durchsichtiger Körper von meist sehr bedeutender Härte, welcher in der Hitze so erweicht, daß er sich dehnen und biegen, bei größerer Hitze sogar blasen läßt. Halten wir eine etwa 1 cm starke Glasröhre, welche wir uns leicht verschaffen können, in eine starke Spiritusflamme, so können wir sie leicht, sobald sie glüht,

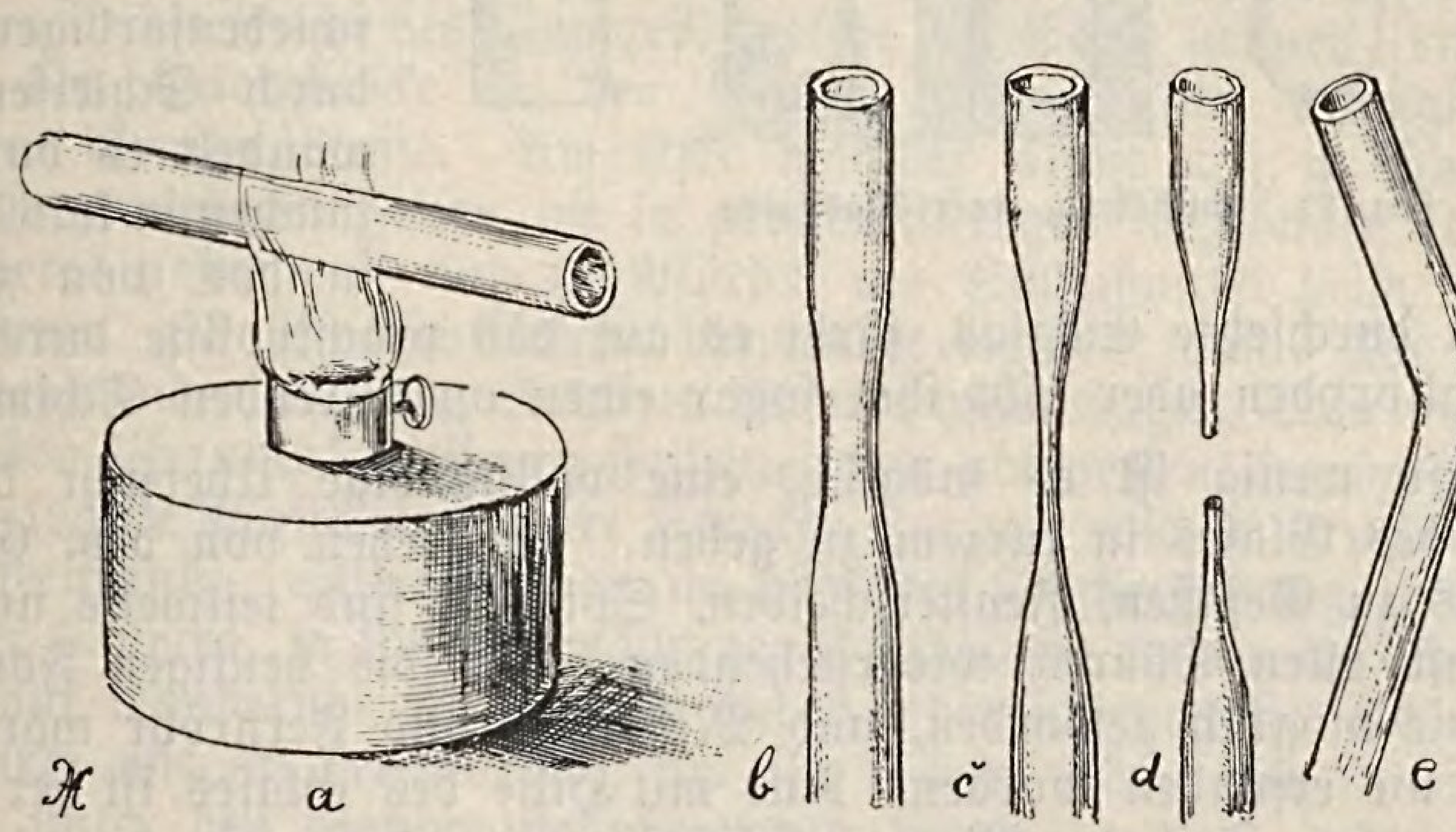


Fig. 30. Biegen und ausziehen von Glasröhren.

biegen oder an der glühenden Stelle zu einem dünnen Röhrchen ausziehen (Fig. 30). Reines Glas ist von größter Durchsichtigkeit und besitzt keine Farbe. Gewöhnliches Fenster- und Flaschenglas ist durch Eisengehalt grün gefärbt. Je langsamer Glas erkaltet, desto härter wird es. Läßt man frischerzeugte Glasware in heißem Öl langsam erkalten, so erhält man das widerstandsfähige Hartglas. Wirft man dagegen Tropfen schmelzenden Glases in kaltes Wasser, so entstehen die sog. Glasthränen, deren Masse sich in so hoher Spannung befindet, daß sie schon beim Abbrechen der Spitze in Staub zerfallen. Ebenso zerstieben die sog. Bologneser Fläschchen beim Schütteln mit scharfem Sand.

Hergestellt wird dieser vielgebrauchte Körper an manchen Orten, z. B. in Bayern im bayerischen Wald, der Oberpfalz, Niederbayern (zusammen in 134 Glashütten), und möglichst in der Nähe von Fundstätten des Rohmaterials, welches in eisenfreiem Sand oder anderen Sorten von Quarz

besteht und mit Soda und Kalk gemischt, in den aus feuerfestem Thon gefertigten Glashäfen zum Schmelzen gebracht wird. 6—10 Häfen stehen in je einem Glasofen unter sehr starker Feuerung, und durch besondere Öffnungen entnimmt der Glasbläser denselben mit der Pfeife die nötige, zähflüssige Glasmasse, die sich unter seinen geschickten Händen rasch zu formen beginnt (Fig. 31). Selbst Fensterglas wird geblasen, indem man zuerst hohle Walzen herstellt, diese dann aufschneidet und streckt. Die großen Gläser für Schaufenster, Spiegel u. s. w. werden gegossen, und erfordern die oft 5—6 m hohen und mehrere Zentner schweren Scheiben viele und schwierige Arbeit.

Die Mannigfaltigkeit der Formen, welche man dem Glas durch Pressen, Schleifen u. s. w. geben kann, ist unerschöpflich; man zieht es in Röhren und Fäden, um es zu Perlen zu verarbeiten, verspinnt es gleich feinem Flachs, überzieht es durch Eintauchen mit andersfarbigen Schichten und benutzt diese dann zur Erzielung verschiedenfarbiger Muster durch Schleifen, verwandelt es durch Eintauchen in kaltes Wasser in das von zahllosen Sprüngen durchsetzte Eisglas, färbt es auf das prachtvollste durch Zusatz von Metalloxyden oder gibt ihm sogar einen opalisirenden Schimmer.

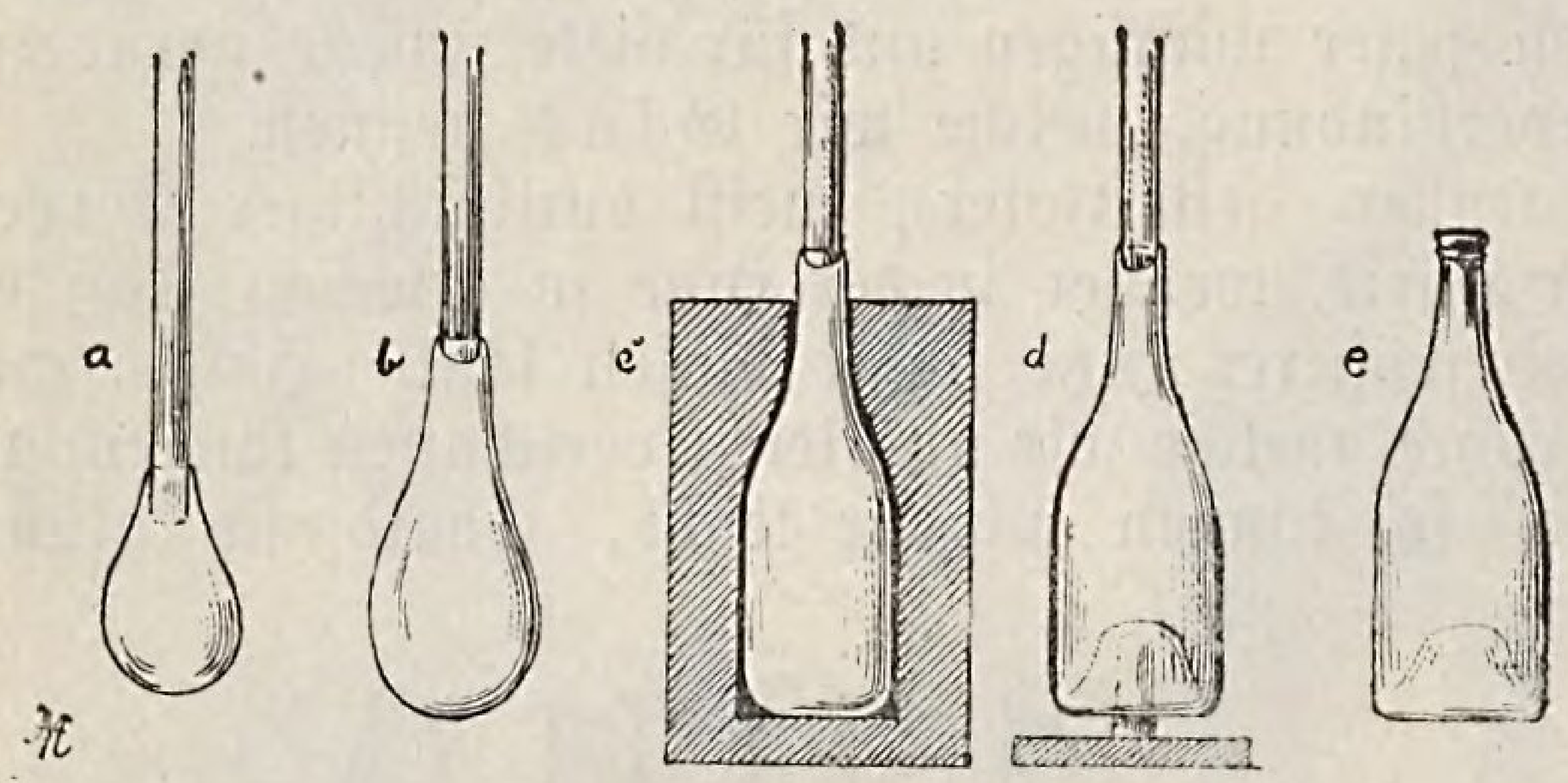


Fig. 31. Entstehung einer Glasflasche.

Ebenso wenig ist es möglich, eine vollständige Übersicht der Verwendung des Glases in kurzem zu geben. Abgesehen von dem Gebrauch des Glases zu Gefäßen, Fensterscheiben, Spiegeln sind teilweise nur durch diesen, fast allen Säuren widerstehenden Stoff die heutigen Fortschritte der Chemie möglich geworden, und Mikroskop und Fernrohr wären ohne denselben nie erfunden worden. Nur mit Hilfe des Glases ist der Mensch in einen großen Teil der Naturgeheimnisse eingedrungen, der ihm sonst für immer unbekannt geblieben wäre.

Die Kenntnis der Glasfabrikation reicht bis ins graue Altertum zurück. Daß phönizische Schiffer einen Herd aus Soda auf Sandboden gebaut und so das Glas zufällig erfunden hätten, ist eine durch nichts zu beweisende Anekdote, der auch ihr Erzähler, Plinius, selbst keinen Glauben schenkt. Auf den Reliefs in den ägyptischen Gräbern, welche vielfach Szenen häuslicher Industrie darstellen, sieht man auch schon Glasbläser in voller Arbeit. In der That war die Technik der Ägypter schon auf sehr hoher Stufe; sie stellten ganze Sarkophage, menschliche Figuren und Obeliske aus Glas her und importierten diesen Stoff später auch nach Rom. Die Römer kannten bereits Fensterscheiben und schliffen sogar Pokale mit freistehender, kunstvoller Ornamentik. Die Byzantiner erfanden die Kunst, aus kleinen, farbigen Glasstückchen große **Mosaikbilder** zusammenzusetzen, und im Mittelalter erwarben sich die Glasfabrikate aus Murano bei Venedig einen Weltruf. Ein eigener Kunstzweig ist die

Glasmalerei, deren älteste Spuren unter andern auch nach dem bayerischen Kloster Tegernsee hinweisen.

Mit den aufgezählten Erscheinungsformen sind die Sorten des Quarzes noch lange nicht erschöpft. So ist ein bekanntes Mineral der blaß rosarote **Rosenquarz** aus dem bayerischen Wald. Dieser verliert, wenn man ihn im Lichte läßt, mit der Zeit diese Farbe und wird weiß, so daß er dem **Milchquarz** aus Sachsen ähnelt. Ebendort findet man auch den lauchgrünen Prasem, während das sogenannte **Katzenauge** nur an wenigen Orten (Hof in Bayern, auf Ceylon) vorkommt. Es ist ein grauer, schön seidenartig glänzender Quarz, der mit feinen Asbestfasern innig und gleichmäßig durchmengt ist und infolgedessen einen eigentümlichen, strahligen Schimmer zeigt. Als Ring- und Brochenstein findet man diese, immer rundgeschliffene, Varietät sehr häufig verwendet. (Ein ähnliches, aber goldgelbes Mineral, das sogenannte Tigerauge, ist zersetzter Krokydolith und mit diesem nicht verwandt.)

Aventurin heißt ein goldig schimmernder, von kleinen Glimmerschuppen durchsetzter Quarz (Aschaffenburg, Sibirien), der in der altberühmten Glasfabrik zu Murano bei Venedig in einem prächtigen Glasfluß nachgeahmt wird.

Wichtiger als diese, zwar schönen, aber nur zu Luxuszwecken dienenden, Mineralien ist die Form des Quarzes, welche wir **Sand** nennen: eine durch Reibung der Quarzblöcke in den Bächen und Flüssen erzeugte feine, aber harte, körnige Masse. Am Ufer mancher Flüsse u. s. w. finden wir diesen Rest zerriebener Felsen oft in großen Mengen angehäuft, so daß er ohne weiteres gesammelt und zu Mörtel, als Schleifmittel beim Zersägen von Marmor, zur Glasfabrikation verwendet werden kann. Wo Ströme einst Jahrtausende lang den Sand in Ebenen hinabtrugen, oder wo Meere die, von den Ufern losgerissenen Felsenteilchen ablagerten, da bedeckt heute die feine, lockere Masse ungeheure Strecken Landes, wie in der Wüste und am Nordseestrand. Stürme fegen sie über die Fläche hinweg, reißen sie, wie in der Sahara, in Gestalt mächtiger Sandhosen empor und werfen sie zuweilen auf wandernde Karawanen herab oder schieben sie als *Dünen* landeinwärts wie an der Nordsee, wo alte Dörfer schon bis an die Kirchturmspitze unter den Sandmassen begraben liegen.

Wenn irgend ein natürliches Bindemittel die Sandteilchen wieder zusammenkittet, so entsteht der **Sandstein**, welcher als Baumaterial den haltbareren, aber schwerer zu bearbeitenden Granit ersetzen muß. Die gotischen Dome in Deutschland (Regensburg) sind meist aus Sandstein aufgebaut. Die Härte der Quarzkörnchen macht den Sandstein auch zu Mühl- und Schleifsteinen verwendbar.

Andere Quarzarten, die wir nun betrachten, sind weder krystallisiert, noch krystallinisch, sondern zeigen eine gleichmäßig dichte, fast glasartige Struktur (dichter Quarz). Einen braunroten oder gelben, undurchsichtigen Quarz dieser Form lernen wir in dem geschätzten **Jaspis** kennen, der als Ringstein viel verbreitet ist. Die schönsten braunen Stücke sind meist Geschiebe aus dem Nil, der hübsch gezeichnete *Bandjaspis* stammt aus Sibirien.

Eine andere, *an den Kanten* durchscheinende und deshalb Hornstein genannte Quarzart von verschiedener Farbe bildet häufig das Versteinerungsmaterial uralter Bäume und wird daher auch Holzstein genannt.

Bekannt ist der „versteinerte Wald“ von Kairo mit mächtigen, vollkommen verkieselten Resten längst ausgestorbener Bäume.

Eine wichtige Rolle in der Kulturgeschichte hat ein in knolligen Stücken in Kreidefelsen vorkommender, kantendurchscheinender, brauner oder grauer Quarz, der **Feuerstein**, gespielt, welcher aus den Bergen der nordischen Küsten durch Gletscher über die ganze Ebene Norddeutschlands verbreitet wurde. Schon in alten Zeiten, fast in den Anfängen der Menschheit, lernte man die Eigenschaft dieses Minerals kennen, unter einem kräftigen Schlage in scharfe Splitter zu brechen, und benutzte dieselben (Fig. 32), in Zweigenden geklemmt und verschnürt, als Pfeilspitzen. Nach manchem Jahrtausend sollte derselbe Stein wieder einer Fernwaffe dienen, indem man ihn am Schloß der alten Feuergewehre befestigte und mittels eines von einer Feder geschnellten Stahlrades Funken aus ihm schlug, welche das Pulver auf der Pfanne entzündeten.

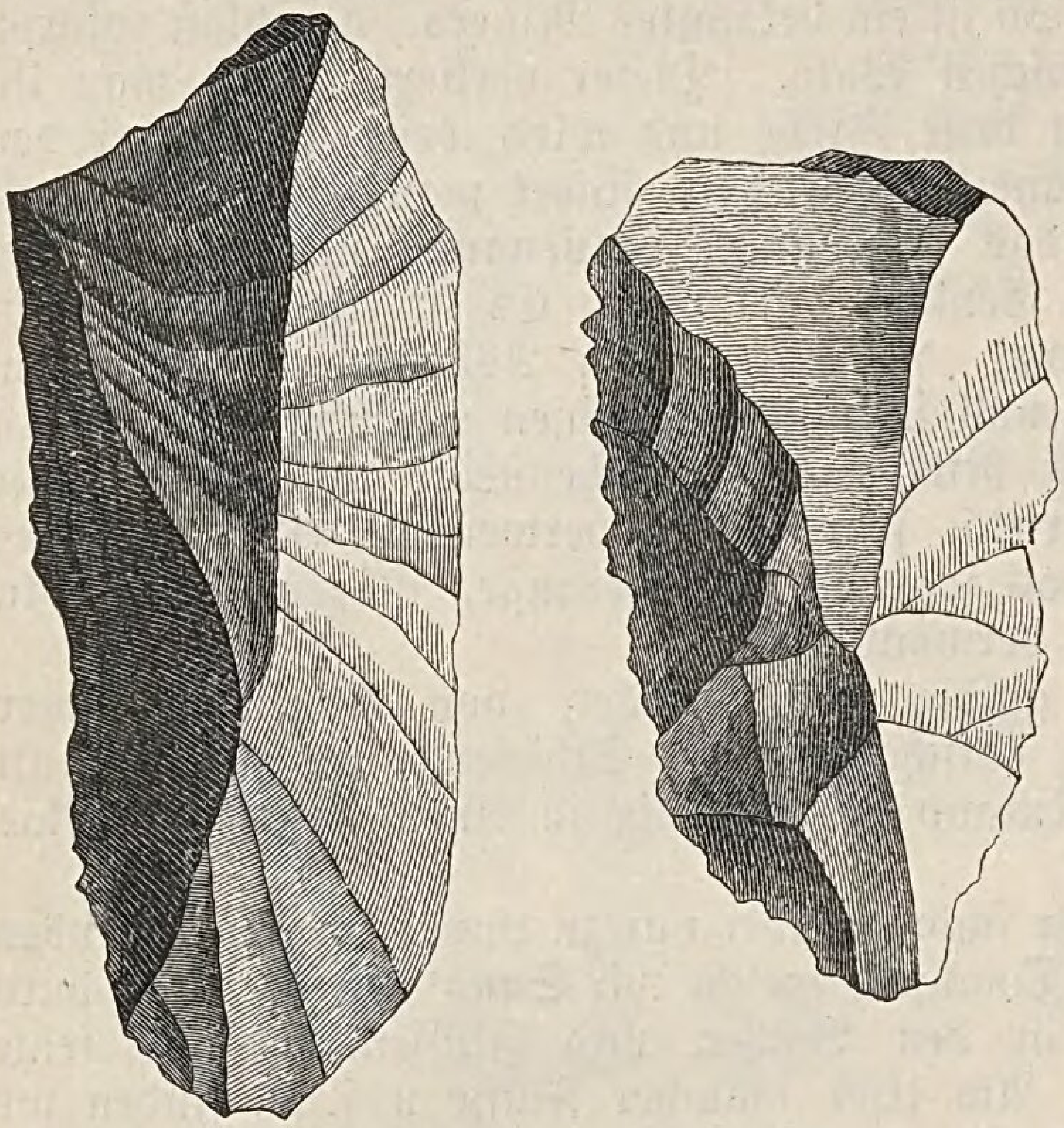


Fig. 32. Feuersteinsplitter.

Sehr schöne Varietäten hat der durchscheinende **Chalcedon** in dem rostroten **Karneol**, dem apfelgrünen Chrysopras, dem lauchgrünen, rotgetupften **Heliotrop** und dem, aus feinen, roten und weißen Schichten bestehenden **Onyx**. Namentlich der letztere, in seinen schönsten Stücken aus dem Orient kommend, war von alters her hochgeschätzt, und die Griechen verstanden es bereits, Reliefs aus dem Stein so zu schneiden, daß die verschiedenfarbigen Lagen zur Hervorbringung einer besseren Wirkung dienten. Solche Kunstwerke, deren Feinheit zu beweisen scheint, daß auch die Alten schon Vergrößerungslinsen



Fig. 33. Achatmandel.

kannten und benutzten, nannte man „Cameen", und die noch heute erhaltenen Prachtstücke dieser Art besitzen außerordentlich hohen Wert.

Die bekannteste Form des dichten Quarzes ist der **Achat**, welcher Kugeln und sogenannte Mandeln mit abwechselnden Lagen von Jaspis, Chalcedon und nicht selten mit Amethystdrusen im Innern bildet. Im Querschnitt geschliffen, zeigt dieser Stein, welcher aus Oberstein a. d. Nahe, dem Thüringerwald, Brasilien rc. kommt, die sonderbarsten Zeichnungen (Festungsachat). In dem sogenannten Mokkastein oder Moosachat bemerkt man dendritische (baumartige) Bildungen, welche gewöhnlich, aber irrigerweise für versteinertes Moos gehalten werden. (Achatmandel, Fig. 33.)

Der **Edel-Opal** ist die wertvollste Erscheinungsform des Quarzes, weil keine andere den prächtigen Regenbogenschimmer zeigt, wie dieser halbdurchsichtige, in seiner Grundfarbe milchweiße Stein, der unkrystallisiert in knolligen Massen kleine Spalten im Quarzporphyr ausfüllt und besonders schön aus Ungarn kommt. Man trägt ihn gewöhnlich rund geschliffen als Ringstein und schätzt ihn sehr hoch. Den größten bis jetzt bekannten Opal im Wert von nahezu einer Million Gulden besitzt die Wiener Staatssammlung; er besitzt etwa die Größe einer Faust. Unscheinbarere Abarten des Steines, welche auch als Verkieselungsmaterial von Holz auftreten (Holzopal), geben allerlei Geräte, Dosen, Griffe u. s. w.

Wenn heiße Gewässer tief im Innern der Erde mit quarzhaltigen Gesteinen in Berührung kommen, so lösen sie Bestandteile derselben und setzen sie an der Oberfläche als Kieselsinter wieder ab.

Auf einer 2 Meilen breiten Ebene, mehr als 100 m über Meer, liegt im Gletschergebiet von Island der altberühmte große Geiser (Fig. 34), von zahlreichen heißen Quellen umgeben, die er aber alle an Masse weit übertrifft. Eine dicke Schicht von Kieselsinter bedeckt den Boden dieses an großartigen Naturschönheiten reichen, aber unheimlichen Bodens; sie ist das Absatzprodukt der heißen Gewässer, die hier dem Erdinnern entspringen. Ein durch fortwährende Ausbrüche gebildeter Kegel aus demselben Quarzgestein umgibt die Mündung des Geisers, welche als senkrechter Schacht aus der Tiefe emporführt. Krystallklares, grünes Wasser, oben von 82° Wärme, füllt diesen Schacht und schwillt von Zeit zu Zeit, etwa innerhalb 30 Minuten, unter Ausschleudern von Dampfblasen bis zum Rand des Beckens empor, welche Erscheinung von unterirdischem Rollen begleitet ist. Nach längerer Zeit aber, ungefähr im Tag einmal, hebt eine unsichtbare Gewalt von unten her die Wassermasse donnernd empor, Dampfsäulen entweichen, und eine Säule von siedend heißem Wasser steigt nahezu 40 m hoch empor, von vielen kleineren umgeben. Wenige Minuten dauert die wunderbare Erscheinung, wegen der Viele die weite, beschwerliche Reise machen; dann verschwindet sie hinter einer Dampfwolke, in sich zusammensinkend, um erst nach längerer Zeit wieder in der beschriebenen Erhabenheit sich zu zeigen.

Noch großartiger sind die Eruptionen der Geiser im Yellowstonepark in Nordamerika, welches Gebiet erst 1869 näher bekannt wurde und eine der wunderbarsten Erscheinungen der Erdoberfläche darbietet. Gegen 10000 heiße Quellen und Dampfausbrüche entströmen dem bis jetzt durchforschten Teil, und einzelne Geiser schleudern ihre Wassermassen in regelmäßig wiederholten Ausbrüchen gegen 250 Fuß hoch in die Luft. Veranlaßt werden diese Eruptionen wahrscheinlich durch ein zeitweiliges Nachlassen des Druckes,

welchen die in den Schächten stehenden Wassersäulen auf die tieferen, heißen Schichten infolge Abfließens ausüben. Dann verwandeln sich diese in Dampf und schleudern das noch übrige Wasser hoch empor.

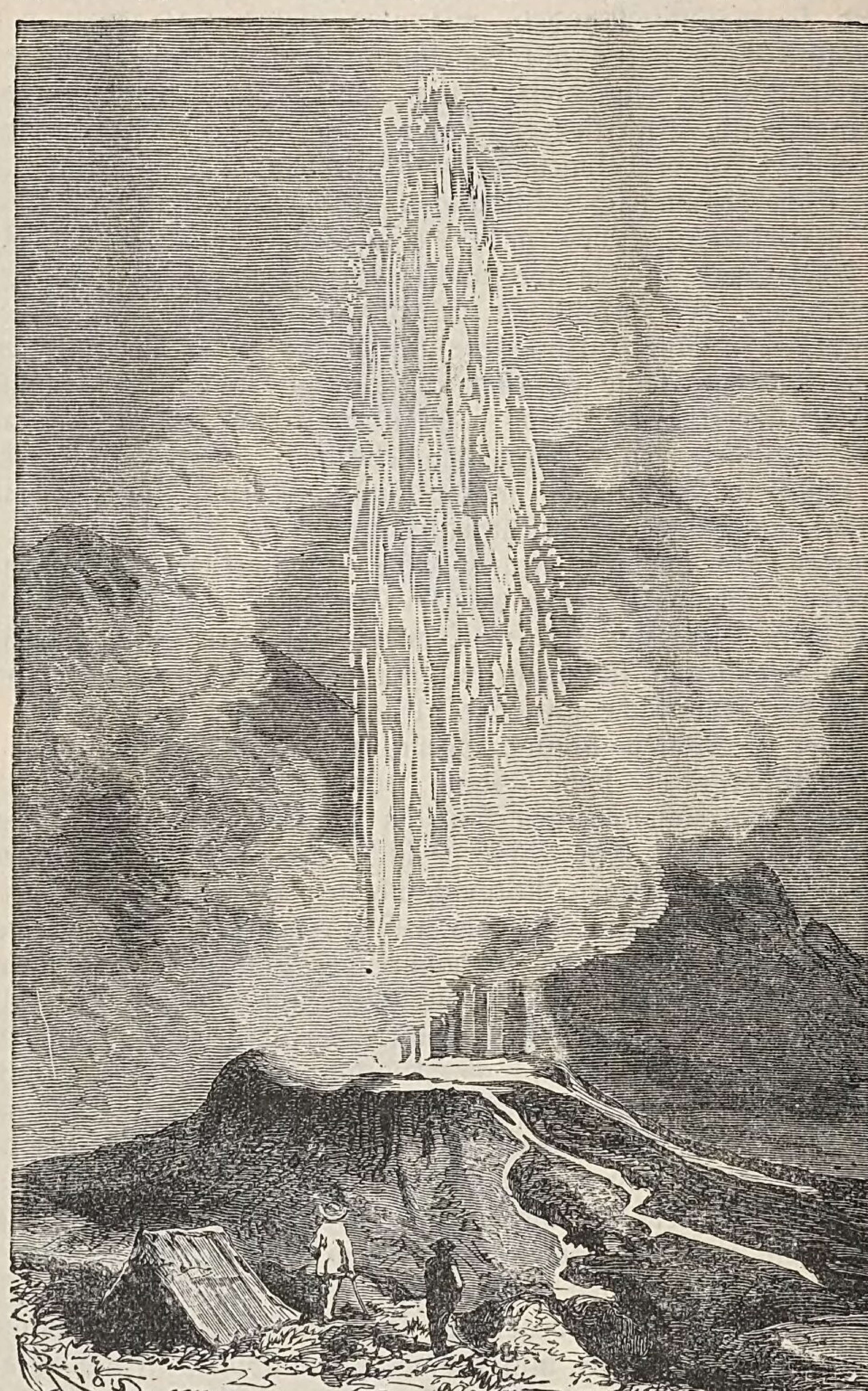


Fig. 34. Geysir auf Island.

Wo heiße, kieselhaltige Gewässer dahinfließen, setzen sie Kieselsinter in großen Massen am Ufer und am Grunde ab, und so entstehen, besonders bei Wasserfällen, die merkwürdigsten Bildungen, wie die versteinerten Kaskaden von Hieropolis (Fig. 35). Das berühmteste Beispiel dieser Art war der Rotamahana-See auf Neuseeland, an dessen Ostufer der gewaltige Tetaratasprudel eine Reihe von Stufen zum See herab gebildet hatte

Jede derselben stellte ein Becken von Kieselsinter dar, gefüllt mit dem schönsten, klaren Wasser, dessen Temperatur von den untern Terrassen zu den obern beständig stieg, so daß man sich die gewünschte Badewärme beliebig aussuchen konnte. Leider wurde diese ganze Wunderwelt im Jahre 1886 durch einen Vulkanausbruch spurlos wieder vernichtet. (Vgl. Fig. 36.)

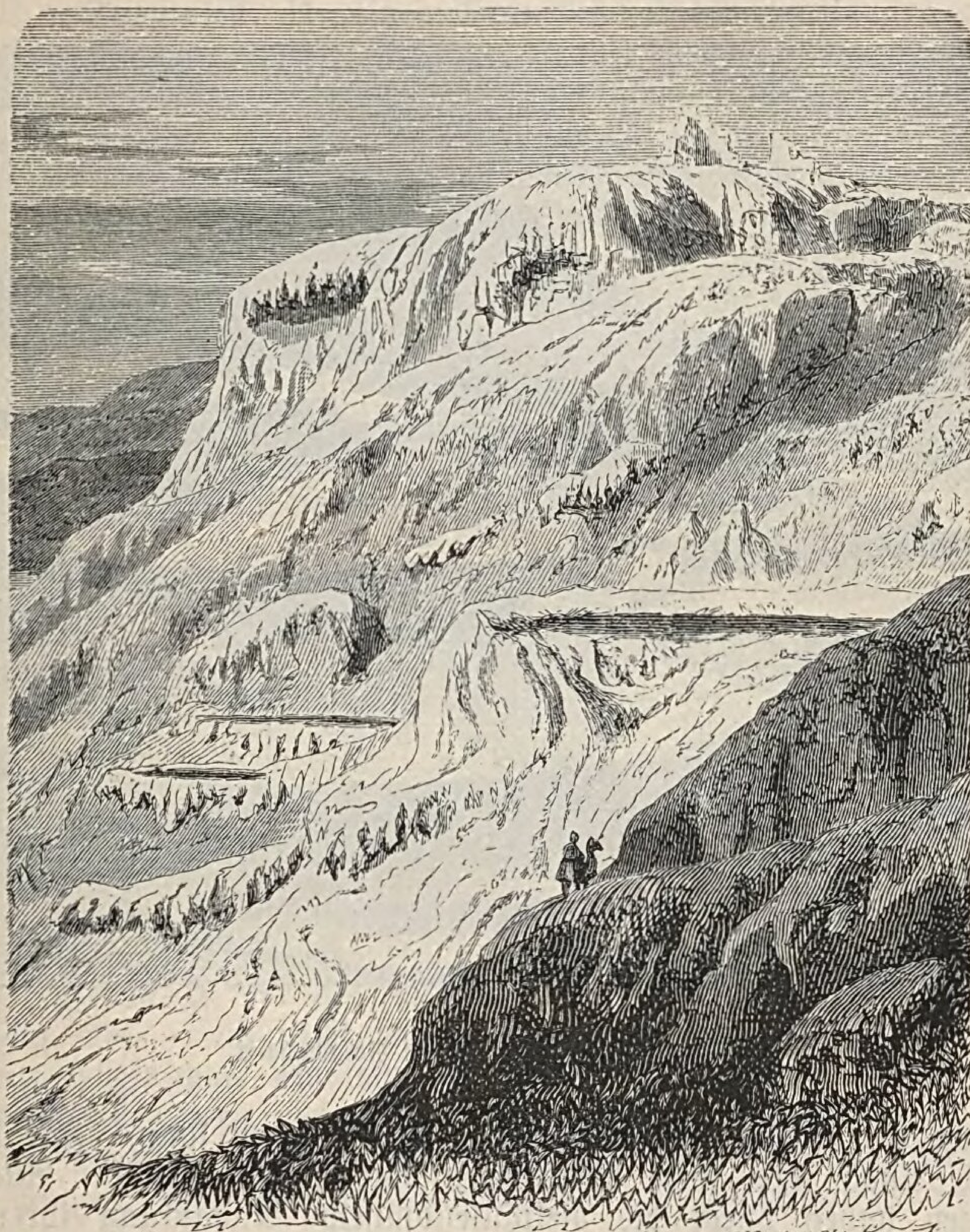


Fig. 35.
Die Kaskaden von Hieropolis bei Smyrna.
(Von den Eingebornen das Baumwollkastell genannt.)

Unweit Trapezunt am Fuß des Taurusgebirges kann man sogar die merkwürdige Thatsache beobachten, daß ein Gewässer sich selbst über ein anderes weg eine Brücke bauen kann. Bäche mit reichen Kieselsäuregehalt haben seit Jahrtausenden durch Versinterung ihr Bett fortwährend erhöht und fließen auf der Höhe eines, von ihren eigenen Ablagerungen gebildeten Dammes dahin. Wo sie nun an stärkere Flüsse quer zu ihrer Laufrichtung kamen, da bildeten sie anfangs einen Wasserfall, dessen oberer Rand durch Ansetzen neuer Sinterungen beständig vorrückte, während unten wegen des strömenden Wassers eine Stalagmitenbildung nicht möglich war. So schob

sich der Bach allmählich über den Fluß hinüber, bis am jenseitigen Ufer die Dammbildung wieder fortschreiten konnte und ein natürlicher Brückenbogen entstand.

Wie die Kreidetierchen den Kalk aus dem Wasser absonderten, um sich daraus ihre zarten Schalen zu bilden, so haben winzige Algen, die **Diatomeen**, aus Kieselsäure überaus zierliche Panzer gebaut, die man

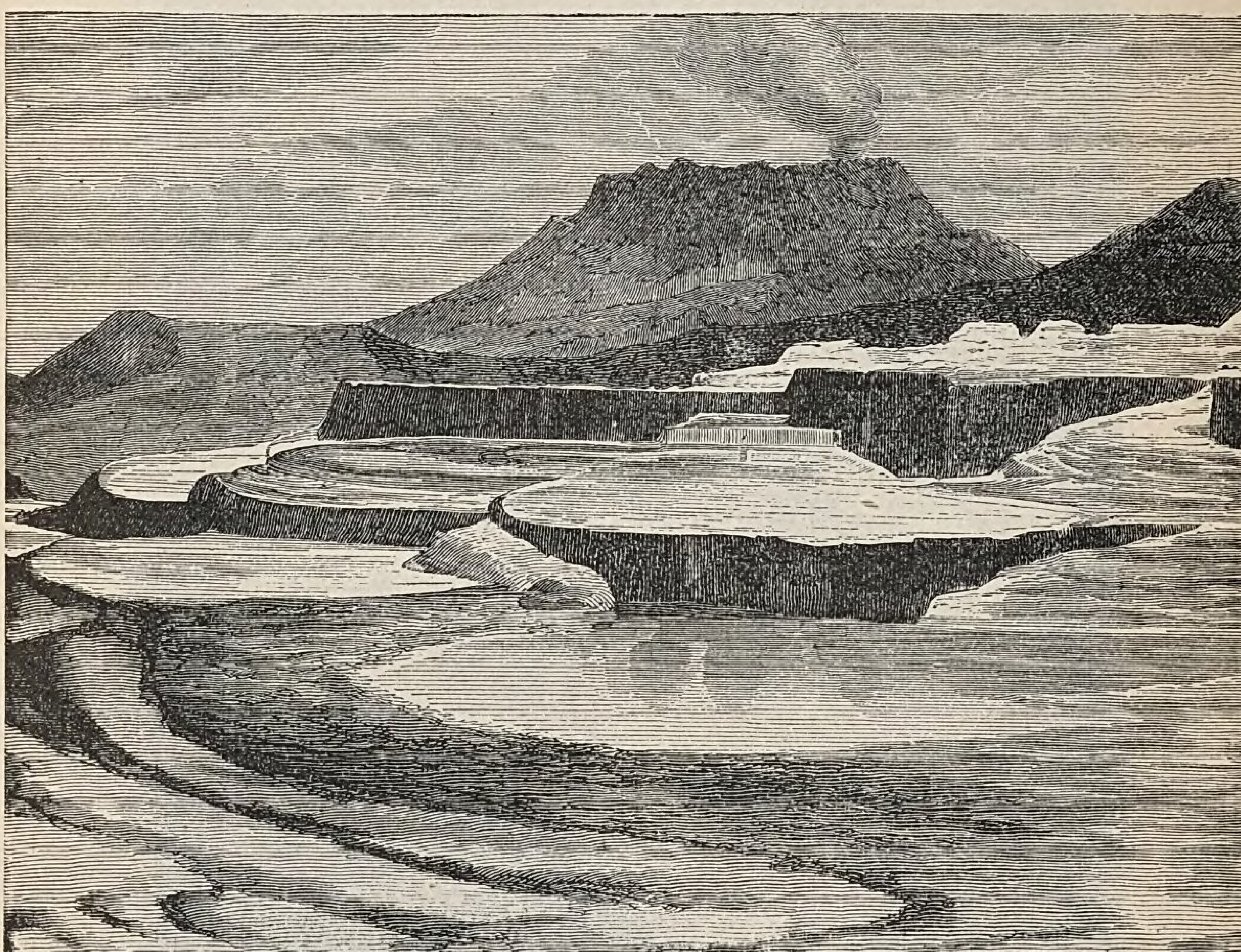


Fig. 36. Kieselsinterbecken am Rotamahana.

freilich nur bei starker Vergrößerung genauer sehen kann. Für das unbewaffnete Auge sind diese Diatomeen nur feiner Staub. Auch diese Organismen haben durch die vieltausendjährige Anhäufung ihrer, selbst der Gluthitze widerstehenden Panzer ausgedehnte Bodenschichten aufgebaut, welche wir als **Polierschiefer, Tripel** und **Kieselguhr** bezeichnen. Erstere dienen als Schleif- und Poliermittel, die letztere zur Bereitung des Wasserglases und des schon erwähnten Dynamites.

f) Kieselsaure Salze (Silikate).

I. Edelsteine.

1. Der **Topas**. Bei Gottesberg in Sachsen entdeckte man 1737 in einem ungefähr 25 m hohen Felsen, dem Schneckenstein, einen überraschenden Reichtum an schönen, bis 4 Zoll langen, blaßgelben stängligen Topaskrystallen, deren Gewinnung bis in die Gegenwart den vollständigen Abbau dieses Felsens zur Folge hatte. Heute kommen die Topase meist aus Brasilien (gegen 900 kg jährlich). Durch Brennen wird die Farbe

mancher Abarten noch bedeutend feuriger, und sind dieselben hochgeschätzte Schmucksteine. Außerdem kommt der Topas auch derb und als Geschiebe vor; selbst in letzterer, durch Reibung im Wasser gerundeter, Form erkennt man ihn u. a. an seiner regelmäßigen Spaltbarkeit. Für die glänzenden Krystalle ist eine Längsstreifung charakteristisch. — Nach dem Glühen werden gelbe Topase rosenrot.

2. Der **Turmalin.** In einem Granitstück finden wir stängelige Krystalle von starkem Glanz und fast schwarzer Farbe, während in anderen Proben durchsichtige, gelbliche oder grünliche von gleicher Form und oft ziemlich bedeutender Größe stecken. Meist sind es hexagonale, längsgestreifte Prismen, deren Enden verschieden ausgebildet sind (hemimorph vom griech. hemi, halb, und morphé, Gestalt.) Im Volksmund heißt der schwarze Turmalin auch **Schörl.**

Der Turmalin zeigt gegen Licht und Wärme ein sehr sonderbares Verhalten. Ein durchsichtiger Krystall hat ganz verschiedene Farben, je nachdem man ihn in der Längsrichtung oder von der Seite her betrachtet. Schleift man ganz dünne Plättchen parallel der Längsachse heraus und legt sie auf einander, so lassen sie das Licht durch, wenn sie in ihrer ursprünglichen Richtung liegen; dreht man aber das eine so, daß die Längs-

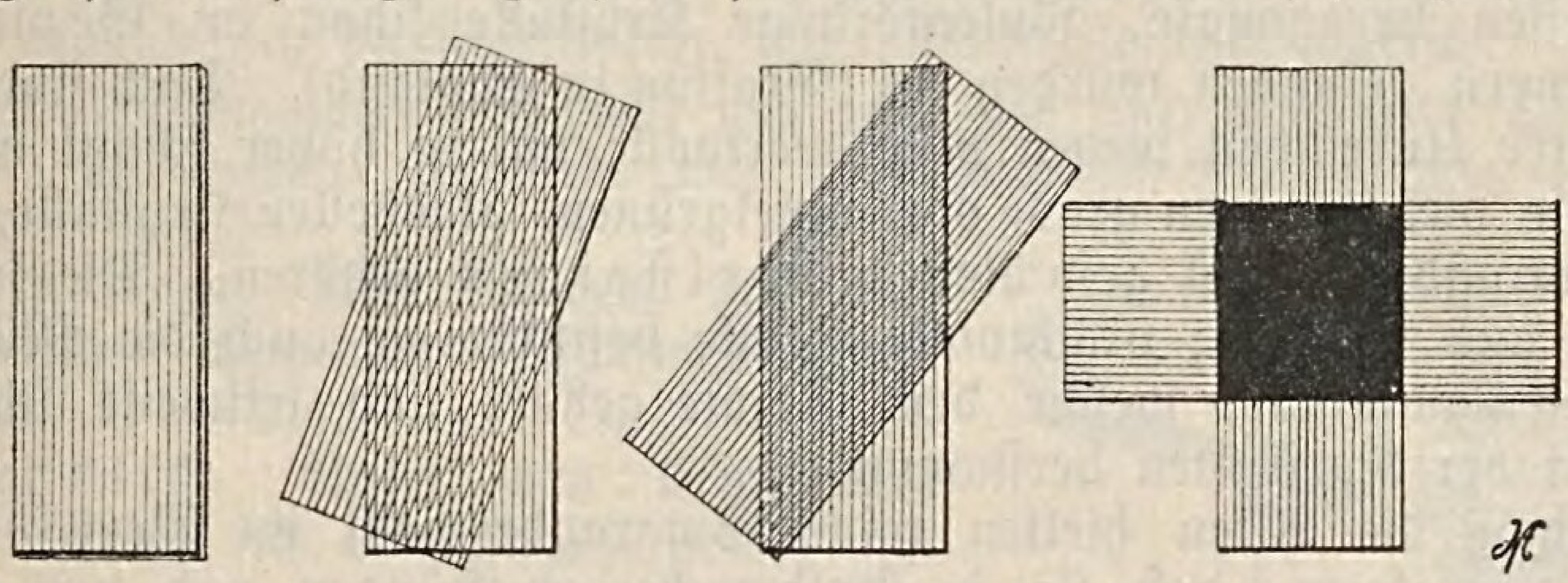


Fig. 37. Polarisation des Lichtes durch Turmalin.

richtung senkrecht zu der des andern steht, so kann kein Lichtstrahl mehr durch (Fig. 37). Das Licht hat nämlich durch die erste Platte schon eine veränderte Eigenschaft erhalten; es ist polarisiert. Im polarisierten Licht betrachtet, zeigen viele Körper ein ganz anderes Verhalten als unter gewöhnlichem, was zur Anwendung des ersteren bei feinen, mikroskopischen Untersuchungen, besonders an Dünnschliffen von Gesteinen ꝛc., geführt hat.

Erhitzt man einen hemimorphen Turmalinkrystall, so zeigt er an einem Ende das Verhalten geriebenen Glases, am andern das geriebenen Harzes, sobald man diesem Ende leichte Körperchen, z. B. Hollundermark, nähert. Er wird also an einem Ende positiv, am andern negativ elektrisch.

Der Turmalin kommt auch in blauen Varietäten (Indigolith) aus dem Ural, oder roten (Rubellit) aus Sachsen vor. Die dunklen Stücke enthalten Eisen, Mangan, Magnesium; die helleren Lithium, Kalium, Natrium. Die chemische Zusammensetzung ist daher sehr wechselnd, ebenso die Schmelzbarkeit. Säuren greifen den Turmalin nicht an.

3. Der **Granat.** An vielen Orten. In krystallinischem Schiefergestein findet sich nicht selten ein dunkel-rotbraunes Mineral in Rhombendodekaedern krystallisiert, dessen meist einzeln eingewachsene Stücke die Größe einer Faust erreichen können. Bisweilen treten sie, mit anderen Mineralien vermengt, als Granatfels in größeren Massen auf. Steine

von der genannten Größe kommen nie so rein vor, daß sie als Edelsteine verwendet werden könnten. Dagegen gibt es an vielen Orten in Sachsen, Böhmen, Tirol ꝛc. kleinere Krystalle oder unregelmäßig geformte Körner von Varietäten des Granats, die sehr beliebtes Material zu allerlei Schmuck bilden. Am teuersten, dem Saphir bei großen Stücken im Preise gleich, ist der orientalische Granat oder **Karfunkel**, der bei Kerzenlicht einen gelbroten Schein zeigt. Die meisten Granaten (Pyrope) kommen aus Böhmen, wo sie aus dem Erdreich gewaschen, geschliffen und gebohrt, auf Schnüre gereiht oder rosettenartig in Gold gefaßt, zu einer großen Anzahl von Schmuck- und Luxusgegenständen verarbeitet werden. — Der französische Kronschatz besitzt eine Schale aus Granat, $8^1/_2$ cm lang und etwa 12000 Francs wert. Den orientalischen Granat nennen die Juweliere auch Almandin; grüne Granatsteine bezeichnet man als Grossulare, gelbe als Kaneelsteine; schwarze werden Melanite genannt.

Der Granat enthält Chrom, Eisenoxyd oder Thon und ist von wechselnder chemischer Zusammensetzung. Vor dem Lötrohr gibt er ein braunes, grünes oder schwarzes Glas. H = 7. G = 4.

4. Der **Beryll.** In Begleitung des Granits tritt zuweilen ein anderes, in seinen reinsten Formen sehr hochgeschätztes Mineral, der gelbgrüne Beryll, auf, dessen hexagonale, säulenförmige Krystalle schon im Gewicht von 30 Zentnern gefunden wurden bei (Grafton in England). Doch sind gerade diese ihrer Unreinheit wegen nicht wertvoll; um so höher schätzt man dagegen die viel kleineren gras- oder apfelgrünen, glashellen Krystalle, welche als Smaragde zu den gesuchtesten Edelsteinen gehören. Die schönsten kommen aus Amerika; prachtvolle Stücke besitzt u. a. auch die Münchener Naturaliensammlung, welche dem Staate gehört und teilweise schon aus der Zeit der Kurfürsten herstammt.

Schon die Alten hielten reine Smaragde hoch im Wert. Plinius erzählt von ihnen, daß sie in Goldgruben entstünden und von Greifen bewacht würden; Herodot erklärt den berühmten Polykrates-Ring für einen gefaßten Smaragd. Der größte, bis jetzt bekannte Smaragd befindet sich im Besitz des Kaisers von Österreich; er wird auf 1 Million Mk. geschätzt.

Einige im Mittelalter besonders berühmte Smaragde haben sich jetzt als künstliche Glasflüsse erwiesen. So behauptete man 1100 in Genua, in einem grünen Gefäß aus dem Orient, einem Beutestück, den sagenhaften heiligen Gral entdeckt zu haben, der aus einem einzigen geschliffenen Smaragd bestand. Napoleon I. nahm später der Stadt die berühmte Schale, gab sie derselben aber wieder zurück, nachdem sie als Glasarbeit erkannt worden war.

Ein blaugrüner Beryll, der **Aquamarin**, hat zwar nicht den Wert des Smaragds, ist aber doch auch als Ringstein geschätzt.

Beryll besteht aus Beryllerde, Thonerde und Kieselsäure $Be_3 Al_2 [Si O_3]_6$ H = 7; G = 2,7

5. Dem vorigen nahezu gleichwertig ist der **Zirkon,** dessen stark glänzende, rote Krystalle als sog. Hyazinthe im Handel gehen; sie verlieren ihre Farbe durch Erhitzung. Am häufigsten kommen sie aus dem Flußsand von Ceylon.

6. Der **Lasurstein** oder Lapis Lazuli. In Stücken von Kalkstein eingesprengt, sehen wir ein Mineral von prächtiger, tiefdunkelblauer Farbe und derber Struktur. Ein herausgebrochenes Stückchen glühen wir stark

und sehen, daß es sich entfärbt und in ein weißes Glas verwandelt. Die Entfärbung bemerken wir auch, wenn wir es mit Salzsäure begießen; zugleich fällt uns ein höchst unangenehmer Geruch wie von faulen Eiern auf, der sich aus dem Reagensgläschen entwickelt. Er rührt von einem Gas, dem Schwefelwasserstoff her, welches sehr flüchtig ist, gemengt mit Luft beim Entzünden explodiert und beim Einatmen sehr schädliche, in größerer Menge rasch tötliche Wirkung ausübt.

Der Lasurstein kommt aus der Bucharei, Sibirien ꝛc.; auch in den von der Somma beim Vesuv ausgeworfenen Gesteinstrümmern findet er sich. Bei seiner Politurfähigkeit und schönen Farbe findet er viel Verwendung zu Schmuck, Dosen, kostbaren Tischplatten (z. B. in dem Prachtschloß von Herrenchiemsee).

Früher stellte man aus zerriebenem Lasurstein die prachtvolle Ultramarinfarbe her, mit welcher der blaue Hintergrund der großen Kirchenfresken gemalt wurde. Die Farbe kam teurer als echte Vergoldung, und nur die reichsten Kirchen konnten sich eine solche Ausgabe erlauben. Da entdeckte Gmelin 1822 die künstliche Darstellung des Ultramarins aus den chemischen Bestandteilen des Lasursteines, und seither sanken die Preise so, daß man für wenige Pfennige ein ganzes Zimmer damit tünchen kann, zugleich erhöhte sich die Fabrikation auf 500000 Zentner jährlich.

Zirkon krystallisiert tetragonal und zeigt von einer Pyramide geschlossene Prismen Er enthält Zirkonerde und Kieselsäure ($ZrSiO_4 = ZrO_2 + SiO_2$). $H = 7{,}5$; $G = 4{,}5$.

Lasurstein: Ein Mineral von verschiedenartiger chemischer Zusammensetzung. $H = 5{,}5$. $G = 2{,}4$.

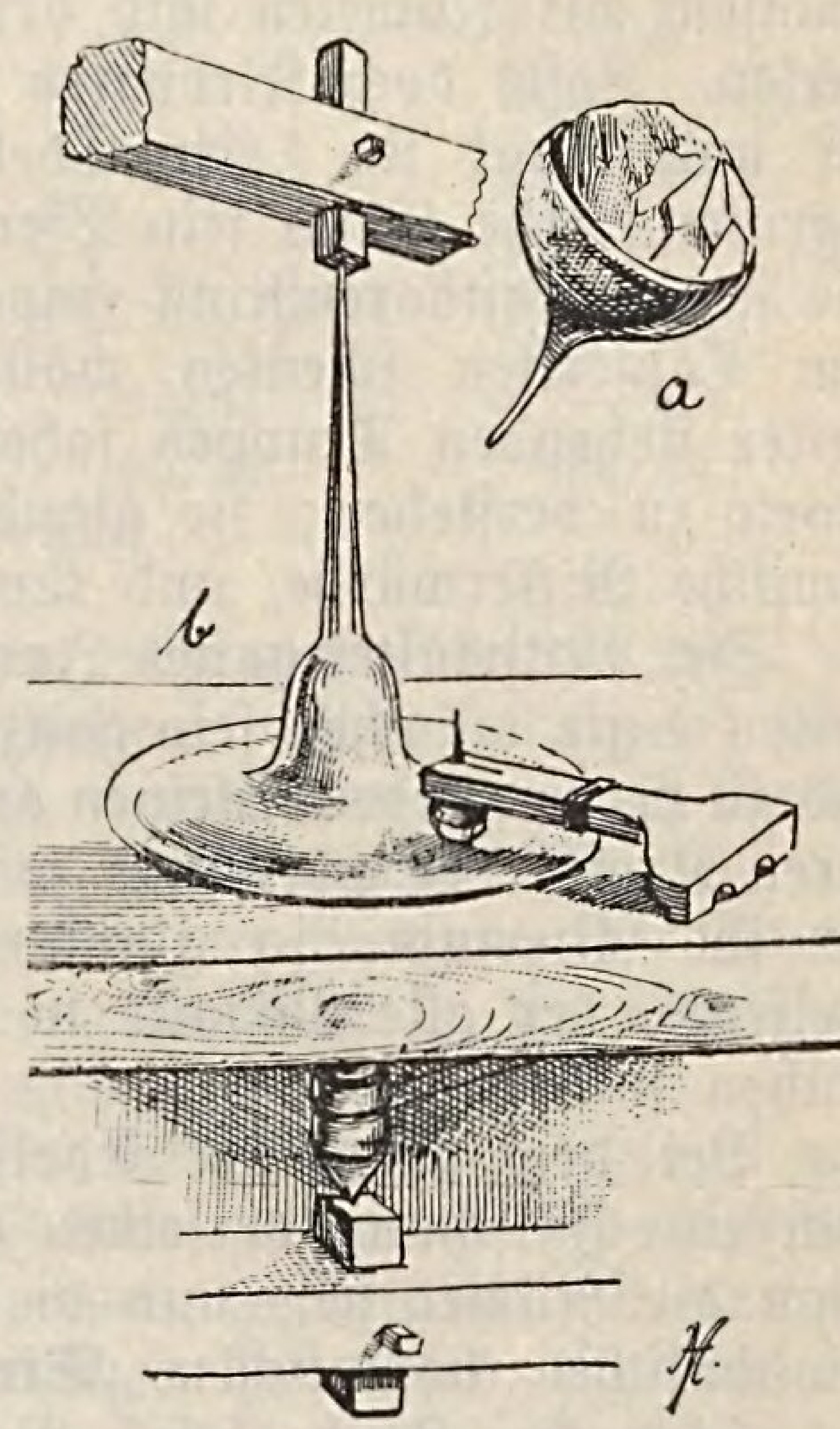


Fig. 38. Schleifen der Edelsteine. a Sog. Docke. b Schleifscheiben.

Rückblick: Unter den kieselsauren Salzen befindet sich eine Anzahl von Mineralien, deren glasglänzende, harte und sehr politurfähige Krystalle als Edelsteine hoch im Werte stehen, wie Topas, Granat, Smaragd u. a. Alle zeigen ein eigentümliches Feuer, ein Glänzen infolge des zurückgeworfenen Lichtes, welches, im Verein mit anderen Eigenschaften, vor allem der Härte ihre Beliebtheit und ihre häufige Verwendung veranlaßt. Durch geschicktes Schleifen in gewisse Formen wird die Zahl der spiegelnden Flächen, die Lichtbrechung und damit auch das Feuer bedeutend erhöht. Zum Zweck des Schleifens spannt man den Stein in eine sog. Docke ein und preßt ihn gegen schnelldrehende Metallscheiben (Fig. 38), wobei feiner, harter Smirgel als Schleifpulver dienen muß. Diamant und Korund können, weil sie der Smirgel nicht angreift, nur mit Diamantpulver geschliffen werden. Es ist das eine langwierige, mühsame und kostspielige Arbeit. In Amsterdam, wo man diese Kunst besonders versteht, kostete das Schleifen des berühmten „Pitt" eines Diamanten, 27000 Thaler und brauchte 2 Jahre Zeit. Hernach werden die

Schleifflächen mit anderen Zwischenmitteln poliert. Steine mit eigentümlichem Schimmer, wie Katzenauge, Edel-Opal ꝛc., werden gewöhnlich nicht vielflächig, sondern rund geschliffen.

Die Edelsteine, zu welchen noch die später bei der Thonerde zu behandelnden Korundvarietäten, Saphir und Rubin, sowie der aus Kohlenstoff bestehende Diamant zählen, haben seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit und das Begehren der Menschen erregt. Man hielt sie für „festgewordenes Licht" wegen ihres geheimnisvollen Funkelns. Noah hat nach dem Talmud die Arche nur mit Edelsteinen beleuchtet, und in deutschen Märchen begegnen wir der Sage vom Karfunkelstein, der die Schätze in den Bergeshöhlen beleuchtet. In allen Benennungen spricht sich das Gefallen des Menschen an den funkelnden Krystallen aus; so kommt „Gemma" von gemma, die Knospe und „Juwel" von gioja, die Freude; während das deutsche Wort „Edelstein" sie als die Adeligen unter den Steinen bezeichnet.

Im Lande der Edelsteine, dem reichen Indien, hat man wahrscheinlich zuerst dieselben zu schätzen und zu tragen begonnen. Die Ägypter legten aus Edelsteinen geformte Nachbildungen des heiligen Pillenkäfers (Ateuchus sacer), sogen. Skarabäen, den Toten unter die Zunge. Die Griechen kannten wahrscheinlich in homerischer Zeit nur den Bernstein; später wurden sie Meister in der Herstellung von geschnittenen Steinen, Gemmen und Kameen. Der Steinschliff blieb den Alten fremd; er wurde erst im Mittelalter erfunden. Großen Luxus trieben die Römer und ihre Zeitgenossen mit Juwelen und den, freilich von organischen Wesen erzeugten, Perlen. Löste doch Kleopatra eine auf Millionen gewertete Perle in Essig auf und trank sie. Ein Edelstein hat sogar in die Weltgeschichte eingegriffen. Ehe Cäsar sein Pferd in den Rubikon spornte, hob er die Hand mit seinem kostbaren Ring empor und erklärte, daß er sogar dieses Kleinod dem Tapfersten schenken wolle, wenn sein Unternehmen gelinge. Die weiter stehenden Truppen sahen nur den blitzenden Ringstein, ohne die Worte zu verstehen; sie glaubten nun, Cäsar verspreche ihnen allen die römische Ritterwürde, und kämpften um so tapferer unter seiner Führung.

Im Mittelalter galten Juwelen gleichfalls sehr viel, und in unruhigen Zeiten legte mancher sein ganzes Vermögen in diesen leicht mitzunehmenden und zu verbergenden Steinen an. Der Aberglaube in Bezug auf die wunderbaren Kräfte der Edelsteine war in dieser Periode womöglich noch größer als im Altertum; so glaubte man an die Existenz eines „Steins der Weisen", der alle Metalle in Gold verwandeln und den Besitzer glücklich machen sollte.

Bei dem Wert der Edelsteine ist es erklärlich, daß man von jeher auch eine Fälschung derselben versuchte. Glasflüsse zu diesem Zweck stellten schon die Römer her, und die Thalliumgläser der Neuzeit übertreffen den gewöhnlichen böhmischen „**Straß**" (nach dem Erfinder benannt) noch weit an prachtvollem Farbenspiel. Nur die Härteprobe verrät diese Nachahmungen, da Glas regelmäßig von Rubin, Saphir und Diamant geritzt wird. Dagegen ist am gefaßten Stein eine andere Fälschung, die Doublette, fast nicht mehr zu erkennen. Sie besteht in dem Ankitten eines Edelsteins an einen gleichfarbigen Glasfluß.

Anders verhält es sich mit den Bemühungen der Gelehrten, aus den chemischen Bestandteilen der Edelsteine bei starker Hitze und hohem Druck

die Krystalle, also wirkliche, echte Juwelen entstehen zu lassen. Dieselben waren nicht ohne Erfolg. Im Knallgasgebläse (Flamme des im Sauerstoff verbrennenden Wasserstoffgases), mit welchem man die größte Hitze erreichen kann, schmolz man Thonerde zu winzigen Korundkryställchen, andere erzeugte man durch Zusatz von Borax u. s. w.; aber die erhaltenen Steine sind so klein, und das Verfahren ist zugleich so teuer, daß von einem praktisch verwertbaren Resultat keine Rede sein kann. Die Natur arbeitete, als diese Edelsteine entstanden, mit ganz anderen Kräften, als sie dem Menschen zu Gebote stehen: mit unerreichbaren Hitzegraden, mit einem jeder Berechnungen spottenden Druck und einer Masse von chemischen Bestandteilen, wie wir sie niemals herstellen können.

Edelkiesel sind Silikate von Leichtmetallen. H = 6,5 bis 8, G = 2,5—4. Sie haben kein metallisches Aussehen und zeichnen sich, wenn sie krystallisiert sind, durch ihren starken Glanz aus. Ihre Farbe ist sehr verschieden, die Härte bedeutend. Außer der Kieselsäure enthalten sie meist Beryllerde, Thonerde, Magnesia u. s. w.

II. Die Feldspate.

1. **Der Kalifeldspat.** Wir sehen weiße, glasglänzende Krystalle in Form monoklinischer Prismen, welche bis 25 cm lang werden können, teils ein-, teils aufgewachsen. Einzelne, der Länge nach zusammengewachsene sind sogenannte Zwillingskrystalle; sie kommen beim Feldspat häufig vor. Durch Versuche erfahren wir, daß die Feldspatkrystalle nach zwei

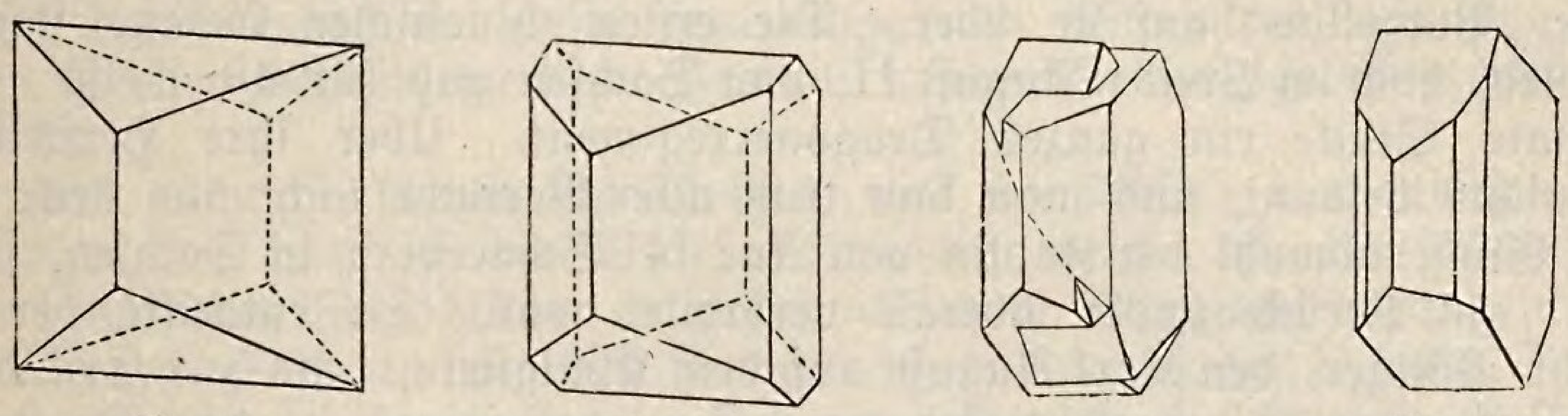


Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41. Fig. 42.

Krystallformen des Kalifeldspates.

Richtungen spaltbar sind. In Säuren sind sie meist nicht löslich. Weil der gewöhnliche Kalifeldspat (nach dem darin enthaltenen Metall Kalium) zwei, fast aufeinander senkrechte Spaltflächen besitzt, nennt man ihn auch **Orthoklas** (orthós, griech., rechtwinklig gerade; kláo, spalte). (Vgl. Fig. 30—33.)

Besonders schöne, durchsichtige Krystalle von sog. **Eisspat** oder **Adular** haben sich in blasigen Hohlräumen des Alpengranits (z. B. St. Gotthard) gebildet und sind eine Zierde der Sammlungen.

Häufiger als die Krystallform ist die krystallinische, welche man vielfach in dem ehemaligen Rollschutt der Felder (daher Feldspat) finden kann. Bekanntlich bildet der Feldspat auch einen wesentlichen Gemengteil gewisser Gesteinsarten, vor allem des Granits, des Porphyrs, Syenits und Gneises. Er hilft also einen sehr bedeutenden Teil der Erdrinde aufbauen.

Von großer Wichtigkeit sind die Produkte, welche aus dem Feldspat durch Verwitterung entstehen. Wasser, Wärme und Luft zermürben den Stein in abwechselnden Angriffen; durch das erstere wird das Kali weggeschwemmt und auch ein Teil der Kieselsäure gelöst.

Wenn feldspathaltige Gesteine in dieser Weise zersetzt werden, z. B. Granit und Porphyr, so entsteht die **Porzellanerde**, von ihrem Haupt-

fundort Kaoli (Korea) auch **Kaolin** genannt. Diese gibt, mit fein gemahlenem Feldspat gemischt, das Material zur Fabrikation des echten Porzellans. Zuweilen findet man die, gewöhnlich derbe, Porzellanerde kristallisiert, aber es kommt dies nur von der Ersetzung eines anderen Minerals durch Kaolin, welches die ursprüngliche Form dann beibehielt (Pseudomorphismus).

Gewöhnlich besteht sie aus feinen Schüppchen, ist sehr weich, von geringem Gewichte und saugt Wasser lebhaft auf. Durchknetet man sie mit etwas Wasser, so läßt sie sich in beliebige Formen bringen und behält diese dann bei, wenn man ihr den Wassergehalt durch Brennen entzieht. Schmelzbar ist der Kaolin nicht; mit Kobaltlösung geglüht nimmt er einen schön blauen Ton an.

Kaolin besteht aus Kieselsäure, Thonerde und Wasser: $H_4Al_2Si_2O_9$. $H = 1$. $G = 2{,}2$. Die Porzellanerde löst sich in siedender Kalilauge und wird auch von heißer Schwefelsäure zersetzt.

Das echte **Porzellan** verbindet mit Reinheit und Schönheit der Masse eine bedeutende Härte und Widerstandskraft gegen raschen Wärmewechsel. Um 1500 kamen die ersten Porzellangeschirre aus China, wo man seine Herstellung schon 2000 v. Chr. erfunden hatte, nach Europa und fanden schnell Abnehmer, so daß die Portugiesen einen lebhaften Handel damit eröffneten. Aus jener Zeit stammt auch der Name; bei den Portugiesen hieß eine glänzende, kleine Schnecke nach ihrer Form »porcella« d. i. Schweinchen, und weil die neue Ware denselben Glanz besaß, ging der Name „Porzellan" auf sie über. Die ersten chinesischen Gefäße standen ungemein hoch im Preis; August II. von Sachsen gab für 48 weiße, rotgeblümte Stücke ein ganzes Dragonerregiment. Über ihre Herstellung war nichts bekannt, und man kam trotz aller Versuche nicht auf den richtigen Stoff, obwohl der Kaolin von Aue bei Schneeberg in Sachsen, schon lange als Perückenpuder überall verbreitet war. Da entdeckte der Alchymist Böttger, den Karl August auf dem Königstein, „bis zur Erfindung des Goldmachens", hatte einsperren lassen, bei seinen in der Angst gemachten Experimenten die Verwendbarkeit dieses Stoffes und wurde so der Begründer der berühmten Meißner Porzellanfabrik, die eine Quelle des Reichtums für den Staat wurde. Trotz der Geheimhaltung verbreitete sich die Kenntnis der Porzellanbereitung doch bald in ganz Deutschland, und als eine arme Wäscherin bei Limoges ein Kaolinlager entdeckte, auch in Frankreich, dessen Geschirre berühmt wurden.

Wenn die Porzellanerde fein gemahlen und dann nach jahrelangem Liegen in Kellern durchgeknetet ist, wird sie, gemischt mit einem Flußmittel, in Formen gebracht und dann durch Erhitzen gehärtet. Soll der Gegenstand glasiert werden, so wird er in die Glasurmasse getaucht; diese besteht aus einer mit Flußmitteln sehr verdünnten Porzellanmasse. Alsdann schiebt man denselben wieder, durch eine Kapsel vor Ruß geschützt, in den Brennofen und setzt es einer immer stärker werdenden Hitze aus. Nun schmilzt der dem Kaolin beigemengte Feldspat zu einer glasartigen Masse; daher ist das Porzellan halb durchscheinend. Zugleich schmilzt die Glasur fest an und wird glasartig glänzend. Unglasierte Ware zu Blumen, Figürchen u. s. w. heißt „Bisquit". Gemälde auf Porzellan müssen mit eigens zubereiteten Farben hergestellt und öfter gebrannt werden. Deshalb und weil das beim Brennen sich leicht verziehende Porzellan viele Vorsicht erfordert, sind solche größere Arbeiten sehr teuer.

Ein anderes Verwitterungsprodukt des Feldspates ist der gemeine **Thon**, welcher weniger rein als der Kaolin, sondern mit Eisenoxyd, Quarzsand und anderen Bestandteilen vermengt ist. Beim Befühlen eines trockenen Stückes Thon bemerken wir eine eigentümliche Rauhigkeit der dichten, erdigen Masse; bringen wir es an die Zunge, so haftet dieselbe leicht daran, weil der Thon begierig Wasser ansaugt, und hauchen wir letzteren an, so macht sich der charakteristische Thongeruch bemerkbar.

Zerreiben wir den Thon und befeuchten ihn, so entsteht bald ein zäher Teig, dem wir beliebige Form geben können; erhitzen wir die so erhaltene Form, so verliert sie ihren Wassergehalt und erhärtet, wobei sie sich etwas zusammenzieht. Darauf beruht die Herstellung von Gefäßen und anderen Gegenständen aus Thon, welche seit undenklichen Zeiten von fast allen Völkern betrieben wird. Aus einer Schlammschicht des Nils, deren Alter auf 13000 Jahre geschätzt ist, grub man noch Scherben von Töpfen hervor, und massenhaft treten solche im Schutt der Pfahlbauten, in uralten Gräben 2c. auf. Die Griechen hatten schon eine sehr ausgebildete Töpferkunst (Keramik) wie die großartigen Vasensammlungen der Pinakothek zu München, die originellen Grabfigürchen von Tanagra 2c. beweisen. Mit dem Namen Terrakotten (von terra cotta, gebrannte Erde) bezeichnet man besonders die künstlerischen Erzeugnisse jener Zeit. In der Renaissancezeit entwickelte sich die Keramik durch die Herstellung großer plastischer, mit Farbe versehener Werke (Luca della Robbia) zu einer hervorragenden Kunst, deren erhaltene Reste heutzutage von Sammlern mit ungemein hohen Preisen bezahlt werden. Freilich werden sie infolgedessen auch viel gefälscht.

Das wichtigste Gerät des Töpfers, eine der ältesten mechanischen Vorrichtungen der Welt, ist die Töpferscheibe, welche wir bereits auf den alten ägyptischen Wandbildern in Gebrauch sehen. Meist nur durch geschicktes Drücken und Schieben mit den Fingern wird ein auf der Scheibe sich beständig drehender Thonballen in Formen gebracht, welche den Zuschauer durch ihre große Mannigfaltigkeit in Erstaunen setzen. Diese Technik, eine Art Drechseln aus dem Nassen, wird bei allen Thon-, Porzellan-, Steingutgeräten 2c. in Anwendung gebracht, welche kreisrunde Querschnitte zeigen. Der so erhaltene Gegenstand ist aber noch unbrauchbar wegen seiner Weichheit; man läßt ihn daher erst an der Luft trocknen und brennt ihn hernach.

Soll er nach dem Brennen wasserdicht sein, so muß er vorher mit einer Glasurmasse bestrichen werden, welche in der Hitze sich in Glas verwandelt und einen undurchdringlichen Überzug herstellt. Gewöhnlich besteht diese aus Bleiglätte mit Thon, Lehm oder Sand. Da nun solche Glasuren gesundheitsschädlich werden können, sind sie für manche Geschirre überhaupt nicht brauchbar, und man erzielt jetzt die Glasur bei Steinzeug dadurch, daß man Kochsalz (aus Chlor und Natrium bestehend) in den Ofen wirft. Dieses zersetzt sich in der Hitze, das entweichende Chlor bildet mit den, aus dem verbrennenden Holz aufsteigenden Wasserdämpfen Salzsäure und entweicht. Das zurückbleibende Natron bildet mit der im Thon enthaltenen Kieselerde eine Glasschicht, welche die Fläche des Gegenstandes bedeckt.

Die vorkommenden Thonwaren trennt man in zwei Gruppen: 1. Die weichgebrannten entstehen bei geringer Hitze, saugen Wasser ein, kleben an der Zunge, besitzen einen rauhen Bruch.

Hierher gehören die gewöhnlichen Geschirre, Blumentöpfe, die Ziegel zum Bauen, die Terrakotten; ferner die **Majolika** oder **Fayence** mit weißer Zinnglasur, aus welcher die gewöhnlichen, weißen (fälschlich Porzellan genannten) Geschirre, die Ofenkacheln ꝛc. gefertigt werden. In der Regel bezeichnet man mit Majolika (von Majorka, wo sie die Araber zuerst einführten) und Fayence (von Faenza in Italien) besonders hervorragende, farbenprächtige Erzeugnisse der Kunst, während man die gewöhnlichen Geräte „weißes Steingut" nennt.

Bei starker Hitze hartgebrannte Thonwaren enthalten die Thonmasse im Zustand der Sinterung. Ihre Bruchflächen sind glänzend; sie haften nicht an der Zunge und geben Funken, wenn man mit einem Stahl daran schlägt. Hierher gehört das echte **Steinzeug** aus farbigen Thonen und das bereits behandelte **Porzellan**.

Nicht zu vergessen ist auch die Anwendung des feinen Modellierthons zum Formen von Figuren ꝛc., welche dann in Metall gegossen werden.

Was die Arten des Thons betrifft, so ist als reine Form der **Pfeifenthon** von weißer Farbe zu erwähnen. Er wird in bester Qualität bei Namur gefunden und zu Thonpfeifen verarbeitet.

Der **Seifenthon** oder die **Walkererde** ist grünlich, nicht formbar, schäumt beim Anrühren mit Wasser, enthält Kalk, Magnesia und Eisenoxyd. Sie dient zum Entfetten wollener Gewebe.

Löß heißt ein mit Kalk und Quarzsand vermengter gelber Thon, der fruchtbaren Ackerboden liefert. In ungeheurer Mächtigkeit kommt er in China vor, wo weite Gebiete mit diesem Thon bedeckt sind und infolge des durch Ausnagung des Wassers (Erosion) entstandenen Schluchten- und Terrassenbaues einen höchst merkwürdigen Anblick gewähren. In die senkrechten Wände dieser Stufen graben sich die Bewohner ihre Wohnungen und oben auf den wagrechten Flächen bauen sie ihre Felder (Fig. 43).

Der **Lehm** ist ein sehr unreiner, Quarzsand und Eisenoxyd enthaltender Thon, das Ablagerungsprodukt von Flüssen und Strömen, oft auch der Zeuge eines alten Seegrundes. Er ist die häufigste Form und findet sich weitverbreitet in Lagern und Bänken, z. B. in großer Ausdehnung in der oberbayerischen Hochebene, wo zahlreiche Ziegeleien denselben zum Formen und Brennen der Bausteine verwenden. Man läßt den Thon über Winter liegen, um ihn durch Frost aufzuschließen, sumpft ihn dann mit Wasser ein, knetet und formt ihn meist mit Maschinen. Die Ziegel werden nun in Schuppen getrocknet und dann erst gebrannt, wodurch sie ihre Dauerhaftigkeit erhalten.

Die Kunst der Ziegelbrennerei ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, wie ägyptische Bauwerke beweisen. Die Assyrer verstanden bunte, glasierte Ziegel herzustellen, welche sie zu Wandmosaik verwendeten. Griechen und Römer bauten Mauern aus Ziegeln; doch verstanden die ersteren keine Wölbung zu konstruieren.

Liegt eine Thonschicht im Boden, so kann das von oben durchsickernde Regenwasser und Grundwasser dieselbe nicht mehr durchdringen und fließt, wenn die Schicht geneigt ist, auf ihr fort, bis es, unterwegs geläutert und gekühlt, in einem, die Schichten durchschneidenden Flußthal oder an der Wand eines Hügels ꝛc. als Quelle zu Tage tritt (Fig. 44).

Wenn man gewöhnlichen Thon betrachtet, sollte man nicht denken, daß in demselben die Bestandteile zweier hochgeschätzter Edelsteine und eines

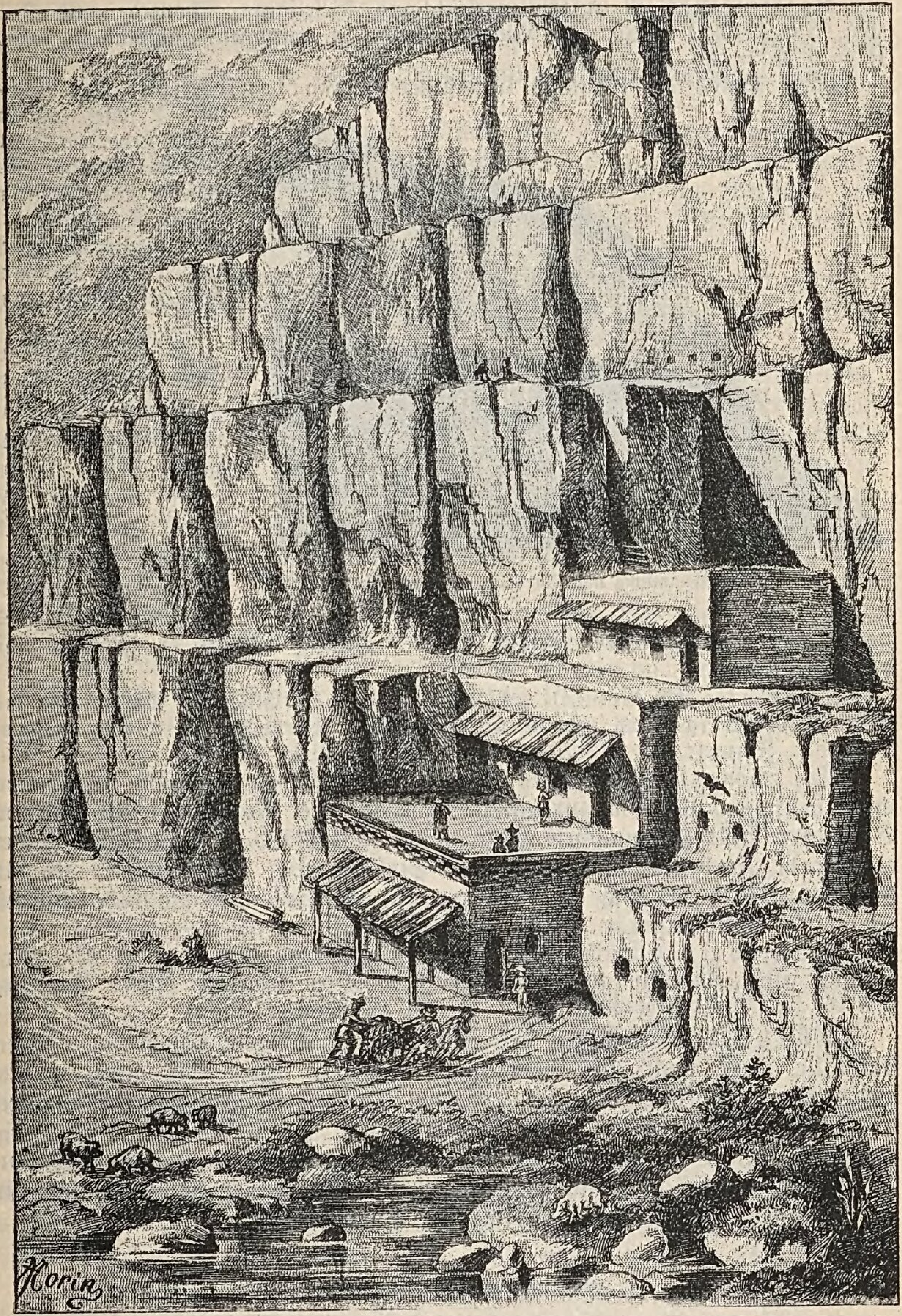


Fig. 43. Lößlandschaft aus China mit natürlichen Terrassen.

schönen Metalles verborgen liegen. Die im Thon enthaltene Thonerde ist nämlich aus dem Metall Aluminium (s. d.) und Sauerstoff zusammengesetzt, und ihre Krystalle sind Saphir und Rubin. (s. d.)

Kalifeldspat ist zusammengesetzt aus Kieselsäure, Thonerde und Kali: $(Ka, (Na)) Al Si_3 O_8$. Vor dem Lötrohr schwer zu verglasen, unlöslich in Säure. H = 6, G = 2,5.

Ihm ähnlich der triklinisch krystallisierende Natronfeldspat oder Albit mit 2 schief auf einander stehenden Spaltflächen. Enthält Natrium statt Kalium: $(Na, K) Al Si_3 O_8$. H = 6, G = 2,6. Färbt wegen des Natriumgehaltes die Flamme gelb.

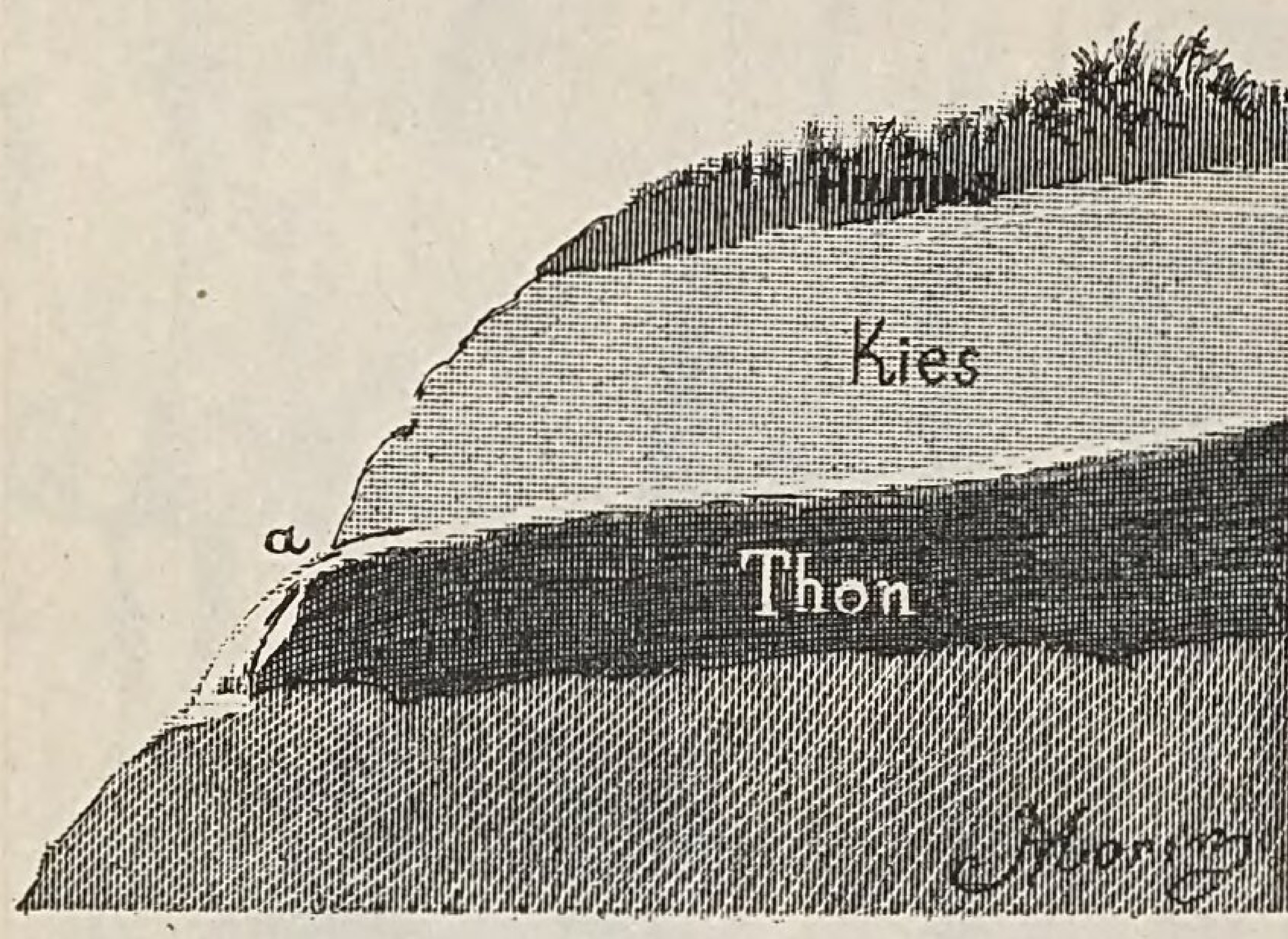


Fig. 44. Wasseransammlung und Quellbildung durch Thonschicht.

2. Ein farbloser oder weißer, glasglänzender Feldspat mit triklinischen Krystallen ist der Anorthit, welcher sich durch seinen Kalkgehalt auszeichnet und wegen geringen Kieselsäuregehaltes noch leichter als andere zersetzt wird. Häufig kommt er gemischt mit dem Albit vor.

Anorthit: $Ca Al_2 Si_2 O_8$. H = 6, G = 2,7. Eine der Mischungen mit Albit ist der Oligoklas, ein häufig im Gneis, Porphyr, Diorit eingemengtes Mineral. Formel: $Na Al Si Si_2 O_8$. H = 6, G = 2,6.

Ein schönes feldspatartiges Mineral ist der Labradorit, ein grauer, meist in Felsmassen eingesprengter Stein, in einer Richtung leicht spaltbar. Besonders fällt an manchen Stücken der licht blaue, an tropische Falter erinnernde Farbenschimmer einzelner Stellen auf. Man schleift deshalb den Labradorit, der sich am schönsten an der Küste von Labrador findet, zu allerlei Schmuckgerät, Dosen u. dgl.

Labradorit: Chemische Formel: $Ca Al Al Si_2 O_8$. H = 6, G = 2,5. Krystallisiert selten, undeutlich triklinisch. Gibt geschmolzen ein weißes Glas. Verwandt sind der in Lava vorkommende Leucit und der Nephelin.

Rückblick. Die Arten des Feldspates sind harte Mineralien, deren Krystalle meist nach zwei Richtungen spaltbar sind. Sie gehören entweder dem monoklinen oder dem triklinen System an. Ihr Hauptbestandteil ist kieselsaure Thonerde. Durch Verwitterung der Feldspate zerfallen die Gesteine, denen sie beigemengt sind, und es entsteht eine Anzahl von Produkten, welche als Ernährungsmittel für Pflanzen (Kalidünger) und für die Industrie wichtig sind (Töpferthon, Porzellanerde).

2. Hornblenden (Amphibolite).

1. Die **Hornblende.** Wir haben mehrere, sehr verschieden gestaltete Mineralien vor uns, deren lange, dünne Krystalle monokline Prismen mit abgestumpften Seitenkanten bilden und an den Enden 3 Flächen zeigen. Parallel den Prismenflächen können wir die größeren nach 2 Richtungen spalten. An derben Stücken finden wir dichtstehende, nicht selten strahlig

angeordnete, wie Glasfäden glänzende Stengel oder Fasern. Wegen der täuschenden Vielgestaltigkeit nennt man die von grün bis braun und schwarz in allen Tönen vorkommende Hornblende auch Amphibol (amphibolos, griech., zweideutig).

Weiße, graue oder hellgrüne Stücke von Seidenglanz mit langen Krystallen gehören der Varietät Grammatit (grammé, griech., Strich, in Bezug auf die langen Krystalle) an, welche sich z. B. im Kalkstein des St. Gotthard findet. Vom Val tremola (Thal des Zitterns), einem wilden Felsthal dieses Gebirgsstockes, heißt er auch Tremolit.

Hell bis dunkelgrün in säulenförmigen Krystallen findet sich in Chloritschiefer der **Strahlstein** oder **Aktinolith** (von aktís, griech., Strahl und líthos, Stein).

Besonders auffallend ist uns eine der vorliegenden Hornblenden, welche aus feinen, weißen Seidenfäden zu bestehen scheint. Wir können sie leicht mit dem Fingernagel loslösen, so daß eine weiche, seidige Wolle entsteht. Wir erkennen daran den **Asbest** (von ásbestos, griech., unverbrennlich) und zwar die Varietät **Bergflachs** oder **Amianth** (von amíanthos, griech., rein) mit parallelen, weichen, locker verbundenen Fäden.

Eine andere Form, der **gemeine Asbest**, hat fest zusammenhängende, grobe, oft verworrene Fasern.

Plinius erzählt bei Behandlung des Flachses von einer Leinwand, die im Feuer nicht verbrenne. Man werfe die Tücher zum Reinigen einfach ins Feuer, und die Leichen der Könige würden vor dem Verbrennen in solche Leinwand gekleidet, damit ihre Asche sich nicht mit der des Holzes vermische. Freilich sei solche Leinwand im Preise den Perlen gleich. — Dieses feuerfeste Gewebe war offenbar aus Asbestfasern gemacht und ganz in derselben Weise hergestellt, wie man noch heute die unverbrennlichen, seidenglänzenden Fäden des Steines verarbeitet. Man verspinnt sie nämlich dicht mit feinem Flachs, macht aus solchen Fäden Gewebe und glüht sie hernach aus, so daß bloß der Asbeststoff allein übrig bleibt. Wie das Kochsalz das einzige Genußmittel, so dürfte der Asbest das einzige Bekleidungsmaterial aus dem Mineralreich sein.

Außer zu solchen unverbrennlichen Gewändern, z. B. zu Zwecken der Feuerwehr, beim Theater, dient das Gewebe auch zu Lampendochten. Nach Pausanias befand sich schon in der goldenen Laterne der Minerva zu Athen ein Docht aus „karystischem Flachs", der nicht verbrannte, also offenbar auch aus diesem Material gemacht war. Asbestpapier, welches in neuerer Zeit hergestellt wird, braucht man nur zu glühen, um es wieder reinigen und frisch beschreiben zu können.

Andere Formen der Hornblende sind die derbe, gemeine, von dunkelgrüner bis schwarzer Farbe, eingesprengt (Syenit) oder felsbildend, sowie die basaltische, welche braunschwarze, meist vollkommen ausgebildete Krystalle im Basalt und Trachyt bildet. Die erstere dient zu Bausteinen.

Der Hornblende steht der Augit sehr nahe, welcher derb oder in kurzen, säulenförmigen Krystallen und gleichfalls in manchen Gesteinen vorkommt. Die beiden vorderen Säulenflächen bilden bei ihm einen kleineren Winkel als bei der vorigen. Augit findet sich in vulkanischen Gesteinen, auch tritt er in grünen Krystallen (Diopsid, in Tirol, Fassathal) auf.

Er schmilzt leichter als die Hornblende, von der nur die dunklen, eisenhaltigen Abarten vor dem Lötrohr schmelzen.

Die Amphibolithe haben grüne, braune bis schwarze, monokline Krystalle. Chemische Bestandteile sind Kieselsäure und Kalk, ferner oft Eisenoxyd, Magnesia und Thonerde. $H = 5 - 6$. $G = 3$. Wichtig sind sie als Gemengteile von Gesteinen.

3. Glimmer (Phyllite).

An die früher betrachteten Stücke von Fraueneis oder Marienglas erinnern uns tafelförmige rhombische Krystalle von **Kaliumglimmer,** welche wir mit Leichtigkeit wie jene in dünne, durchsichtige Blättchen (daher „Phyllit" von phyllon, Blatt) spalten können. Während aber jene bei mäßiger Hitze sich in gebrannten Gips verwandeln, schmelzen diese erst bei starker Hitze zu einer glasartigen Masse. Auch unterscheiden sie sich von den ersteren durch ihre Härte und den Perlmutterglanz. Im polarisierten Licht (s. Turmalin) zeigen die Blättchen des Kaliumglimmers farbige Ringe mit einem schwarzen Strich durch die Mitte, während die des **Magnesiumglimmers** (Biotit, nach dem Gelehrten Biot), welcher hexagonal krystallisiert und dunkler ist, ein schwarzes Kreuz auf den konzentrischen Ringen tragen.

Sehr schöne Stücke des Kaliumglimmers, welche aus Rußland kommen (daher „Muskowit"), sind so groß, daß sie sogar als Fensterscheiben verwendet werden können. Besonders auf Kriegsschiffen gebraucht man sie zu diesem Zwecke, weil sie nicht wie das Glas bei der Erschütterung durch Geschützdonner springen. Außerdem dienen sie zu Lampenschirmen, Schutzbrillen, gepulvert zu Glimmerbrokat in der Malerei.

Im Schutt der kiesbestreuten Wege, noch mehr aber beim Durchwandern felsiger Bergrücken fallen uns oft kleine Steinchen zu unsern Füßen, dann wieder ganze, offen aus dem Grund zu Tage tretende Platten auf, die von zahllosen schimmernden Glimmerschüppchen täuschenden Silberglanz angenommen haben. Sind die letzteren gelblich, so entsteht ebenso der Eindruck eines Golderzes. Gar mancher ist schon durch dieses „Katzensilber" und „Katzengold" zum besten gehalten worden und glaubte eine glückbringende Ader von edlem Erz gefunden zu haben, bis ihn Kenner über seinen Irrtum aufklärten. Am Polytechnikum zu München stellte sich einmal ein Bauer ein, der einen schweren Sack voll Katzengold viele Stunden weit herbeigeschleppt hatte und sich nur schwer von der Wertlosigkeit desselben überzeugen ließ.

Schuppiges Gefüge zeigt der rötliche **Lithiumglimmer,** der leicht schmilzt und wegen seines Gehaltes an Lithion (ein Oxyd, also eine Sauerstoffverbindung des Metalls Lithium) die Flamme rot färbt. Er kommt gewöhnlich in Begleitung von Zinnerzen vor.

Kaliumglimmer enthält hauptsächlich Kieselsäure, Thonerde und Kali mit anderen Beimischungen, z. B. Wasser und Eisenoxyd. $H = 2—3$. $G = 2{,}8—3$. $(K, Na) H_2 Al_3 [Si O_4]^3$.

Rückblick. Unter Glimmern (von glimmen, glänzen) versteht man weiche, leichte Mineralien, welche sich sehr gut in dünne Blättchen spalten lassen. Ritzt man sie mit einem Nagel, so ist der Ritz von einem weißen Pulver eingesäumt. Sie haben also einen weißen „Strich". Diese Silikate bilden einen Bestandteil vieler Gesteinsarten, z. B. von Granit, Gneis und Glimmerschiefer.

4. Talke (Steatite).

Chlorit (von chlorós, grün). An dem derben, blättrig-schuppigen Gestein bemerken wir Fettglanz und leichte Spaltbarkeit. Wir probieren den Strich, finden ihn graugrün und sehen, daß das Strichpulver liegen bleibt. Der Chlorit ist also milde. Versuchen wir daraufhin den früher betrachteten Kalkspat, so sehen wir die Teilchen splittern und abspringen; dieser ist also spröde.

Erhitzen wir den Chlorit, so verliert er Wasser; vor dem Lötrohr schmilzt er nur an den Kanten, und in starker Schwefelsäure zersetzt er sich.

Der Chlorit tritt als Chloritschiefer (Fichtelgebirge, Tirol, Schweiz, Sachsen) gebirgsbildend auf und enthält zuweilen krystallisiertes Magneteisen. Er enthält nicht Kali wie der Glimmer, dafür aber weit mehr Wasser. H 1—1,5. G = 2,8.

Der **Talk**. Ein Mineral, welches gewöhnlich in derben Stücken als Fels und in Gestalt von Talkschiefer in vielen Gebirgen vorkommt (Alpen). Krystallisiert findet man den Talk nur selten, meist ist er von blättriger Struktur. Einzelne dünne Blättchen können wir biegen; sie strecken sich aber hernach nicht wieder, sind also nicht elastisch. Der grünlich-weiße, gelbliche oder grünliche Stein fühlt sich fettartig oder seifenartig an; der Strich ist farblos.

Wir können den Stein mit dem Fingernagel ritzen; er hat also die Härte 1 (H = 1). Erhitzen wir ihn stark, so wird er hingegen so hart, daß wir mit ihm Glas ritzen können. Dasselbe ist der Fall mit einer dichten Abart, dem **Speckstein** oder Steatit (von griech. stéar, Talg). Dieser scheint in mehreren Krystallformen vorzukommen, indem er bald die des Quarzes, bald die des Kalkspats, Topases rc. zeigt. Doch gehören ihm diese Formen nicht eigentlich an, sondern er hat nur den Hohlraum ausgefüllt, welchen die wieder verschwundenen Mineralien eingenommen hatten. Solche Krystallgestalten nennt man Pseudomorphosen.

Während der Talk in Salz- und Schwefelsäure unlöslich ist, kann man den, meist weißen oder nur leicht gefärbten Speckstein in kochender Schwefelsäure zersetzen.

Der letztere, welcher in Gängen und größeren Massen vorkommt, dient zum Schreiben auf Holz und Glas als „spanische Kreide". Die bekannten Rot- und Blaustifte enthalten ihn gleichfalls. Ferner benutzt man ihn als Poliermittel für Spiegel und Marmor, zur Aufsaugung von Fett und verarbeitet ihn auch zu allerlei Schnitzwerk. Die kleinen chinesischen Figürchen, welche sich fett anfühlen, bestehen auch aus einer Art Speckstein. Weil er im Feuer nicht schmilzt, gibt er auch gutes Material zu Glasschmelzhäfen, Ofenkacheln, Töpfen (daher Topfstein) und anderen Gegenständen, welche große Hitze auszuhalten haben, z. B. Gasbrennern.

Von Pfeifenköpfen und Zigarrenspitzen ist Jedem der feine, weiße **Meerschaum** bekannt. Wägen wir ihn auf der Hand, so fällt uns die große Leichtigkeit auf. Das spezifische Gewicht ist 0,99—1,28, so daß manche Stücke sogar leichter sind als Wasser und daher schwimmen. Nach dem Vollsaugen sinken sie aber unter. An der Zungenspitze haftet er stark, weil er Feuchtigkeit ansaugt, und fühlt sich fettig an. Mit einer Nadel oder einem Messerchen können wir ihn leicht bearbeiten und bei einigem Geschick selbst eine einfache Form zustande bringen. Beim Brennen wird er schwarz.

Dieses eigentümliche Mineral findet sich in großer Menge im Kalk und Serpentin, namentlich in Anatolien, in Gestalt knolliger Stücke. Frisch gegraben sind diese wachsweich, erhärten aber an der Luft schnell unter Entstehung von Sprüngen und Rissen, weshalb man sie langsam und vorsichtig trocknet. Während die Römer kostbare Gefäße daraus schnitten, verarbeitet man den Meerschaum jetzt fast nur mehr zu Pfeifenköpfen und Spitzen, welche feucht gedrechselt oder geschnitzt, dann getrocknet und zuletzt in geschmolzenes Wachs getaucht werden, damit sie sich gleichmäßiger anrauchen. In Wien allein werden jährlich gegen 200000 Stück gefertigt.

Der Serpentin. Im Urgebirge tritt in großen Massen dieses talkartige Mineral auf, welches wir zunächst an der dunkelgraugrünen, vielfach von Flecken, Adern u. dgl. unterbrochenen Farbe erkennen. Manche geschliffenen Stücke erinnern an Schlangenhaut, woher wohl auch der Name (von serpens) kommen mag. Der Strich ist weiß. Ein Stückchen im Kolben erhitzt, gibt Wasser ab und wird schwarz; Schwefelsäure löst es auf.

Der Serpentin läßt sich leicht auf der Drehbank bearbeiten und nimmt schöne Politur an, weshalb er vielfach zu allerlei Geräten, Vasen u. s. w. verwendet wird. Besonders aus Böhmen kommen viele solcher Erzeugnisse. Wegen seiner Unverbrennlichkeit dient er auch zu Herdsteinen und Brandmauern; auch benutzt man ihn gerne zu Reibschalen.

Talk ($H = 1$, $G = 2{,}7$), enthält Kieselsäure, Magnesia und Wasser Chemische Formel ($H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$). Speckstein: $H = 1{,}5$. Meerschaum: $H_4 Mg_2 Si_3 O_{10}$. Serpentin: Magnesiumsilikat mit Wasser, $H_4 (Mg [Fe])_3 Si_2 O_9$. $H = 3-4$.

Rückblick. Die Talke sind wenig glänzende, schwer schmelzbare Mineralien, welche eingesprengt oder felsbildend vorkommen. Für die Industrie sind namentlich Speckstein und Meerschaum wichtig.

Die Sauerstoffsalze sind Verbindungen einer sauerstoffhaltigen Säure mit einem Metall. Je nachdem diese Säure Schwefelsäure, Kohlensäure, Salpetersäure, Kieselsäure ist, nennt man diese Salze Sulfate, Carbonate, Nitrate, Silikate. Von den hierher gehörigen Mineralien sind der Quarz, der Kalkspat und die Feldspate die wichtigsten, weil sie weitaus den größten Teil der Erdrinde zusammensetzen. Für die Industrie ist namentlich der Kalkstein als Baumaterial, der Quarz wegen der Glasfabrikation und der Thon für die Keramik und Porzellanerzeugung besonders wichtig. Schmucksteine liefern Varietäten des Quarzes, ferner die Silikate Topas, Turmalin, Granat, Beryll (Smaragd).

III. Klasse: Grundstoffe oder Elemente.

A. Metalloide.

1. **Der Schwefel.** Auf einem Stück Gipsstein aufgewachsen sehen wir ein goldgelbes, in rhombischen, abgestumpften Pyramiden krystallisiertes Mineral von Fett- bis Glasglanz. Die Krystalle sind meist wenig durchsichtig, lassen sich mit einer Nadel leicht ritzen und zeigen einen blaßgelben Strich. Wenn wir den letzteren probieren, springen die Splitterchen ab; der Schwefel ist also spröde. Dieselbe Eigenschaft bemerken wir an den derben, knolligen Stücken von muscheligem Bruch, welche die häufigere Erscheinungsform bilden. Selbst in blaßgelber Pulverform, oft durch Thon oder Arsen verunreinigt, findet man diesen Stoff, welcher

zuweilen auf Stein- und Braunkohlenlagern auftritt und sich jetzt noch teils aus Schwefelquellen, teils aus dem Schwefelwasserstoffgase absetzt, welches in vulkanischen Gebieten nicht selten aus dem Boden dringt.

Am reichsten an Schwefellagern ist Sizilien; in Deutschland findet sich der Schwefel nicht häufig gediegen, aber sehr verbreitet in chemischen Verbindungen mit Metallen, den Sulfiden, z. B. Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Bleiglanz, Antimonglanz, Silberglanz, Fahlerz, Kupferglanz.

Zu weiteren Versuchen mit dem Schwefel erwärmen wir ein Stückchen, wobei es einen unangenehmen Geruch zu verbreiten beginnt. Bei 114° beginnt es zu schmelzen, wird dünnflüssig und nimmt die Farbe des Honigs an. Dann wird der geschmolzene Schwefel zähflüssiger und braun und, wenn wir weiter erhitzen, nochmals dünnflüssig, worauf er bei 448° siedet. An der Luft verbrennt er mit blauer Flamme schon bei 260°. In diesem Augenblick macht sich ein erstickender Geruch bemerkbar. Denselben nehmen auch wir beim Anzünden eines gewöhnlichen Zündhölzchens wahr, sobald die Flamme des Phosphors den gelben Schwefel ergreift und blau wird. Er kommt von der sogenannten schwefligen Säure, welche sich beim Verbrennen bildet.

Diese Säure ist ein farbloses Gas, welches unter Druck oder bei 15—20° in eine Flüssigkeit verwandelt werden kann. Sie ist giftig und tötet auch lebende Pflanzen, weshalb die Umgebung von Hüttenwerken, aus deren Kaminen sie entweicht, sehr arm an Vegetation ist. Man benutzt sie deshalb zum Schwefeln von flüssigen Nahrungsmitteln, in denen sie die Fäulnisbakterien vernichtet, sowie zur Desinfektion. Schiffe, auf denen die Ratten überhandgenommen haben, werden nicht selten auf einige Stunden von der Mannschaft verlassen und bei verschlossenen Luken mit den Dämpfen brennenden Schwefels erfüllt, welche die lästigen Nager töten. Auf dieselbe Weise befreite man das Münchener Aquarium von einer Brillenschlange, welche aus ihrem Käfig entkommen war und sich in den Grottenräumen des Kellers unfindbar versteckt hatte.

Schweflige Säure bleicht Farbstoffe, mit Ausnahme der gelben und des Chlorophylls, oder geht mit ihnen farblose Verbindungen ein, welche durch stärkere Säuren wieder aufgehoben werden. Wir können z. B. eine Rose durch die Einwirkung dieser Säure bleichen und dann durch Eintauchen in Schwefelsäure ihre Farbe wieder herstellen.

Lassen wir geschmolzenen Schwefel erkalten, so entstehen lange, biegsame Krystalle des monoklinischen Systems. In Wasser können wir den Schwefel nicht lösen, wohl aber in Schwefelkohlenstoff. Gießen wir ihn stark erhitzt ins Wasser, so können wir ihn kneten. Es ist auch leicht, mit geschmolzenem Schwefel Abgüsse von feinen Gegenständen, z. B. Münzen, sehr genau herzustellen. Formen wir aus Schwefel eine Kugel und reiben dieselbe oder versuchen wir dasselbe mit einer der käuflichen Schwefelstangen, so wird sie elektrisch; d. h. sie zieht kleine Papierstückchen, Haare &c. an und stößt sie wieder ab. — Leiten wir endlich Dämpfe des erhitzten Schwefels in eine Vorlage und kühlen dieselbe rasch ab, z. B. durch Übergießen mit Wasser, so bilden sich die sog. Schwefelblumen.

Der Schwefel ist ein sehr wichtiger Grundstoff, welcher in der Industrie mannigfache und ausgedehnte Verwendung findet. Zunächst gebraucht man ihn zur Herstellung des Schießpulvers (vergl. Salpeter), ferner dient

er zu feinen Abgüssen, zum Bleichen von Stoffen, Seide, Stroh (bei der Strohhutfabrikation) u. s. w.

Auf Sizilien wird er aus den in geringer Tiefe befindlichen Lagern gebrochen und dann ausgeschmolzen, wobei man meist statt des Brennmaterials einen Teil des Schwefels selbst verbrennt. Anderswo, z. B. in Böhmen und Schlesien, gewinnt man den Schwefel durch Erhitzen seiner Verbindungen, der Schwefelkiese. Der rohe Schwefel wird erst noch raffiniert, d. h. gereinigt, indem man ihn verdampft und die aufsteigenden Dämpfe in besonderen Behältern durch Abkühlung verdichtet. Dieses Verfahren, bei welchem alle erdigen Bestandteile im ersten Behälter zurückbleiben, nennt man Destillation.

Auf diese Weise können wir auch Flüssigkeiten, z. B. Wasser, destillieren. Erhitzen wir wenig Wasser in einem Reagensgläschen, so setzen sich aus den Dämpfen am oberen, kühlen Teil desselben Tröpfchen aus destilliertem, reinem Wasser ab. Die Bildung des Nebels, der Wolken und der darauffolgende Regen sind nichts als eine Destillation in großartigem Maßstab. Aus dem Meere und anderen großen Wasserbecken, wie nicht minder aus feuchtem Boden steigen Wasserdämpfe, von allen Beimischungen gereinigt, empor, verdichten sich in den oberen kalten Luftregionen und fallen dann wieder zur Erde. Um destilliertes Wasser in größeren Mengen zu erhalten, erhitzen wir Wasser in einer Retorte und kühlen die entweichenden Dämpfe in einer Vorlage ab, indem wir letztere mit kaltem Wasser übergießen. Dieselben verdichten sich alsdann wieder und geben reines, destilliertes Wasser.

Das wichtigste mit Hilfe des Schwefels gewonnene Produkt ist die Schwefelsäure, welche bei der Fabrikation von Salz- und Salpetersäure, Chlorkalk, Soda unentbehrlich ist. Für England mit seinen vielen Fabriken ist sie so wichtig, daß es 1841 vor Neapel Kriegsschiffe auffahren ließ, weil die dortige Regierung den sizilianischen Schwefel, den England hauptsächlich verarbeitet, mit einem Ausfuhrzoll belegen wollte.

Die Schwefelsäure (H_2SO_4) ist im reinen Zustand farb- und geruchlos und sieht ölartig aus. Beim Verdünnen mit Wasser ist stets große Vorsicht zu beobachten, weil Hitze entsteht und der Dampf die ätzende, giftige Säure umherschleudert. Organische Stoffe, z B. ein Holzspan, unterliegen in der Schwefelsäure einer langsamen Verkohlung. — Von der reinen, englischen, unterscheidet sich die Nordhäuser dadurch, daß sie gelb gefärbt ist, an der Luft raucht und beim Eingießen ins Wasser zischt.

Ein merkwürdiges schwefelhaltiges Produkt ist der Schwefelkohlenstoff, welcher bei Einwirkung von Schwefeldampf auf glühende Kohlen entsteht. Er ist eine farblose Flüssigkeit, wenig schwerer als Wasser, riecht auffallend nach faulen Rettigen und verdunstet sehr schnell. Öle und Fette, der Phosphor, sowie Harze, z. B. Guttapercha und Kautschuk, lösen sich im Schwefelkohlenstoff auf. Das Arbeiten mit letzterem ist gefährlich, weil seine Dämpfe giftig sind und an einer Flamme heftig explodieren. Indes findet er doch viel Verwendung zum Entfetten, zum Töten kleinen Ungeziefers ꝛc. Wegen seines sehr starken Lichtbrechungsvermögens verwendet man ihn auch zur Füllung von optischen Linsen.

Versuchen wir das Wasser einer Quelle in einem Schwefelbad, so fällt uns ein ekelerregender Geschmack und ein Geruch nach faulen Eiern auf, der von Schwefelwasserstoff, einer gasförmigen Schwefelverbindung,

herrührt. In der That entwickelt er sich auch aus schwefelhaltigen organischen Stoffen, namentlich Eiern, bei der Fäulnis. An Orten, wo sich dieses farblose Gas entwickelt, bräunt sich der weiße Anstrich der Thüren, weil in demselben meist Blei enthalten ist. Auch veranlaßt er das Anlaufen silberner Löffel in Eierspeisen. Schwefelwasserstoff ist sehr giftig und explodiert an der Flamme, wenn er mit Luft gemischt ist.

Rückblick. Der Schwefel ist ein Grundstoff oder Element, weil man ihn bis jetzt durch chemische Mittel nicht weiter zerlegen konnte. Er kommt gediegen und in Verbindungen vor und ist wichtig für die Industrie. Auch in der lebenden Natur ist der Schwefel weit verbreitet. Eiweißkörper enthalten 1%, Wolle und Haare 4%. Der eigentümliche Geruch mancher Pflanzen, z. B. Knoblauch und Senf, wird auch durch Schwefelverbindungen veranlaßt.

Der **Graphit** (v. griech. „grápho", schreibe). Wir sehen ein eisenschwarzes oder dunkelstahlgraues Mineral, welches auf ebenen Flächen einen lebhaften Metallglanz zeigt. Selten sind die tafel- oder säulenförmigen, hexagonalen Krystalle; der meiste Graphit ist derb, strahlig oder schuppig. Wir versuchen ihn mit dem Fingernagel zu ritzen; es gelingt; der Graphit hat also die Härte 1, wir können ihn sehr leicht schaben und sehen, daß er mild ist. Auch an dünnen Stückchen können wir keine Durchsichtigkeit bemerken. Nehmen wir ein Stück Graphit zur Hand, wobei es sich fettig anfühlt und fahren damit über Papier, so entsteht ein dunkelgrauer Strich, der Graphit färbt also ab. Im reinen Zustand ist er unschmelzbar, weshalb er zu Schmelztiegeln (Passauer Tiegel) verwendet wird. Eine weitere Eigenschaft ist sein Vermögen, die Elektrizität sehr gut zu leiten; man überzieht daher in der Galvanoplastik (s. d.) Formen, welche nicht leiten, zuvor mit Graphitstaub. Den letzteren benutzt man auch zum Putzen von Metallen, Überziehen von Thonwaren und von Gußeisen, um dieses vor Rost zu schützen. Die wichtigste Verwendung des Graphits ist aber die zu Bleistiften, und diese Industrie hat heutzutage eine Ausdehnung gewonnen, an welche man früher nie gedacht hätte. Im Mittelalter benutzte man eine Mischung von Zinn und Blei, Stile genannt, zum Zeichnen, und daher ist wohl unserm „Bleistift", der doch eigentlich gar kein Blei enthält, die gebräuchliche Benennung geblieben. Erst 1664 entdeckte man zu Cumberland ein Lager von reinem Graphit, welcher sich ohne weitere Verarbeitung zu dem gedachten Zwecke eignete. Freilich waren damals die Bleistifte noch sehr teuer und wurden infolgedessen auch viel sorgfältiger behandelt und ausgenützt, als jetzt. Damals kostete der Zentner Graphit über 3000 Mk. Die Mine wurde aber bald erschöpft, und man sah sich nach anderen Quellen um. In Bayern veranlaßten die Graphitlager von Oberzell bei Passau das Entstehen von Bleistiftfabriken schon im vorigen Jahrhundert. Anfangs schnitt man den reinsten Graphit in Stangenform, später lernte man den wertvollen Stoff besser ausnützen, indem man ihn zu einer gleichmäßigen Masse zermahlen und durch Beimischung von Thon zu jeder beliebigen Härte bringen lernte. Die so erhaltene Masse ist teigartig und wird wie Nudelteig durch gelochte Eisen in Stäbchenform gebracht; diese Stäbchen werden dann gerade gerichtet, gebrannt und in gehobelte Hölzer gefaßt. Unter dem „Cedernholz" ist natürlich nicht das von Cedrus Libani, sondern das wohlriechende Holz von Juniperus virginiana, einer amerikanischen Wachholderart,

gemeint, welche auf Anregung von A. W. Faber bereits in kleinen Wäldern in Bayern angepflanzt wurde und gut gedeiht.

In der Bleistiftfabrikation hat die bayerische Industrie alle andern überflügelt und versorgt jetzt die ganze Welt mit ihren Erzeugnissen. Ihr Ruf knüpft sich besonders an die Namen Faber in Nürnberg und Rehbach in Regensburg. Die A. W. Fabersche Fabrik entwickelte sich aus der, schon im Mittelalter bestehenden „Bleistiftmacherei“ zu Stein bei Nürnberg, also aus ganz bescheidenen Anfängen, und beschäftigt jetzt in zwei großen Etablissements über 1000 Arbeiter; die Summe der jährlich hergestellten Bleistifte beläuft sich auf 240000 Groß oder 34½ Millionen Stück und es werden zu diesem Zweck cirka 15000 Ztr. Cedernholz, 1000 Ztr. Graphit und 700 Ztr. Thon verbraucht. Der Graphit stammt aus den, von Alibert im Berge Batougol entdeckten, sehr reinen und schönen Lagern, welche ihre ganze Ausbeute nur der erwähnten Firma liefern dürfen. —

Die Rehbachsche Fabrik, welche 1821 begründet wurde, bedient sich des vorzüglichen Graphits aus den Schwarzenberg'schen Gruben bei Krummau in Böhmen und verbraucht jährlich 4—6 Waggons Graphit, 2 Waggons Thon und 25—30 Eisenbahnladungen Cedernholz für die feineren, sowie ebensoviele Wagen Linden- und noch mehr Fichten- und Tannenholz für die billigen Sorten, z. B. Zimmermansbleistifte. Vorzügliche Weichheit, Reinheit und Gleichmäßigkeit des Striches sowie gefällige Ausstattung zeichnen die Erzeugnisse der genannten Fabriken aus, gegen welche die einst so berühmte englische Industrie vollkommen in den Hintergrund getreten ist.

Der Graphit kommt in Lagern oder gangförmig eingesprengt im Urgebirge vor. So bei Wunsiedel, Passau, ferner in England und auf Ceylon. Den meisten und schönsten Graphit liefern aber die sibirischen Gruben, welche 1847 durch Alibert nahe der Grenze Chinas bei Irkutsk entdeckt wurden. In der Regel ist er durch Eisenoxyd und Thon verunreinigt; von diesen Beimischungen befreit, läßt er sich aber nicht mehr weiter chemisch zerlegen und stellt also einen Grundstoff oder ein Element vor.

Der **Diamant.** Wenn wir jenen prachtvoll blitzenden Edelstein betrachten, der als erster unter den Juwelen gilt, so erscheint es kaum glaublich, daß er genau aus demselben Stoff besteht wie der schwarze Graphit. Die beiden Mineralien unterscheiden sich nahezu in allen ihren Eigenschaften. Während der Graphit undurchsichtig ist, zeigt der Diamant ein von keinem andern Körper übertroffenes Lichtbrechungsvermögen. Der Graphit ist weich, mild und färbt ab, der Diamant ist das härteste aller Mineralien und außerordentlich spröde. Der Graphit ist so feuerfest, daß man ihn zu Schmelztiegeln benutzt, der Diamant verbrennt an freier Luft, und doch sind beide Körper chemisch ein und dasselbe: reiner Kohlenstoff. Diamant, Graphit und die später noch zu behandelnde Steinkohle geben das lehrreichste Beispiel dafür ab, daß chemische und physikalische Verschiedenheit durchaus nicht dasselbe sind. Schon den Griechen war der Diamant bekannt; sie nannten ihn „Adamas“, den Unbezwinglichen. Dieser Name entstand wahrscheinlich aus dem persischen Dschemest, welches von den Griechen falsch aufgefaßt wurde. Daß er eine außerordentliche Härte besitze, wußten sie gleichfalls, glaubten aber, daß er auch dem Hammer und Amboß trotzen könne, ja selbst durch die stärksten Schläge nicht zum Zerspringen gebracht werden könne; sonderbarerweise glaubten sie fest

daran, daß der Diamant trotz seiner sonstigen Unangreifbarkeit doch in frischem Bocksblut lösbar sei, und dieser Glaube oder vielmehr Aberglaube erhielt sich bis in das Mittelalter; Albertus Magnus von Regensburg behauptete sogar, daß der Bock zuvor Petersilie gefressen und Wein getrunken haben müsse, wenn sein Blut den Diamanten auflösen soll. Offenbar hat bei dem hohen Preis des Edelsteines überhaupt nie jemand diese Sage durch das Experiment zu widerlegen versucht. Natürlich wußte man auch nichts von der Verbrennbarkeit des Diamanten, an welche auch heute noch viele nicht glauben wollen. Im Jahre 1694 ließ der Großherzog von Toskana Versuche darüber anstellen, und zum allgemeinen Erstaunen verschwand der Diamant, als er mit einem Brennspiegel erhitzt wurde. Auch in Paris verbrannte man später Diamanten aus wissenschaftlichem Interesse und konnte endlich feststellen, daß der Stein bei sehr starker Hitze zu Kohlensäure verbrenne. Doch geschieht dies nur unter Luftzutritt; in Kohlenpulver verpackt und luftdicht eingeschlossen, widersteht er auch der stärksten Hitze.

Die Seltenheit des Diamanten, seine Härte und der wunderbare Glanz haben ihm von jeher den ersten Rang unter den Edelsteinen gesichert und bedingen seinen hohen Wert. In der Regel ist er wasserhell und zeigt etwas bauchige Krystallflächen. Er tritt in Ost-Indien meist in der Form des Oktaeders, in Brasilien in der des Rhombendodekaeders, am Kap in der des Triakisoktaeders auf und bildet gewöhnlich etwas kugelige Körper wegen der Krümmung seiner Flächen. Es gibt auch weiße, graue, grüne, gelbe, ja sogar rote und auch blaue Diamanten. Wenn auch in der Regel die farblosen als die wertvollsten betrachtet werden, so erzielen doch die letzteren, vorausgesetzt, daß sie rein und durchsichtig sind, noch weit höhere Preise. So ist z. B. ein grüner Diamant im grünen Gewölbe zu Dresden und ein blauer des Banquiers Hope von geradezu unschätzbarem Wert. Außerdem kommt der Diamant in schwarzen, runden Stücken von Faustgröße vor (sogenannte Carbonado). Dieselben haben keinerlei Wert als Schmucksteine, sind aber wichtig, weil nur mit ihrer Hilfe, d. h. mit dem zerstoßenen Pulver derselben, der Diamant, welcher bekanntlich den härtesten Stahl ritzt, geschliffen werden kann. Lange Zeit kannte man vom Diamant nur lose, einzelne Krystalle, welche aus dem von Flüssen angeschwemmten Boden gewonnen wurden und in der Regel auch noch von anderen kostbaren Stoffen, wie Gold, Platin, Granat u. s. w., begleitet waren. Erst spät fand man den Diamant in seinem ursprünglichen Muttergestein, dem brasilianischen Gelenkschiefer, Itakolumit, eingeschlossen. Dieser merkwürdige krystallinische Schiefer, welcher in dünneren Platten einige Biegsamkeit zeigt, findet sich ziemlich häufig verbreitet, doch sind die Einschlüsse an Diamant immerhin sehr selten.

Vor 1728 kamen nur aus Ost-Indien Diamanten; auch die Alten erhielten sie durch Vermittelung der Perser von dorther. Um die angegebene Zeit entdeckte man sie aber auch in Brasilien und 1867 am Kap in Afrika; an letzterem Fundort besonders große, aber im allgemeinen weniger schöne Steine.

In der Provinz Minas Geraës in Brasilien wurden die Diamanten im Goldsand gefunden, aber längere Zeit nicht erkannt, bis man auf ihren Wert aufmerksam wurde. Anfangs kamen sie auf dem Umweg über Indien nach Europa, weil man die aus Brasilien kommenden nicht für echt halten

wollte. Die Steine werden dort, wie überall, wo sie im Flußsand vorkommen, durch Auswaschen des Gerölles gewonnen. Bei der verhältnismäßigen Seltenheit des Diamanten und den großen Mengen Erde und Sand, welche daher ausgewaschen werden müssen, ist diese Arbeit zeitraubend und kostspielig. Lange Zeit war die Fundstelle gegen jeden nicht dort Beschäftigten abgesperrt; eine große Anzahl von Aufsehern bewachte mit äußerster Strenge die nackten Sklaven, welche die Erde auswuschen, damit sie keine Steine verbergen konnten. Der Finder eines besonders schönen Diamanten erhielt die Freiheit. Bis jetzt haben die brasilianischen Fundorte schon gegen 70 Ztr. Steine geliefert und einen bedeutenden Einfluß auf den Handel ausgeübt.

Noch mehr war dies der Fall, als man in Südafrika ausgedehnte, hügelreiche Felder entdeckte, in denen sich viele Diamanten vorfanden, darunter manche, die den glücklichen Besitzer eines „Claims", wie man die gepachteten Gruben nennt, schnell zum reichen Manne machten.

Das Gewicht eines Steines wird nach Karat (1 Karat = 20 cg) berechnet. Ein Stein von 17 Karat ist schon sehr kostbar; es gibt aber auch solche, welche mehrere 100 Karat wiegen und, wenn sie noch dazu vom reinsten Wasser sind, Millionen Wert besitzen. Natürlich sind die kleinsten Steinchen, die sog. „Salzkörnchen" weitaus häufiger als jene. Die schwarzen Diamanten können bis 1 kg schwer werden.

Früher faßte man den Diamanten in seiner natürlichen, tesseralen Krystallform und begnügte sich damit, die Flächen zu polieren; als man aber das Schleifen gelernt hatte, welches beim Diamanten nur mit seinem eigenen Pulver geschehen kann, kam sein Lichtbrechungsvermögen erst recht zur Geltung. In Amsterdam befinden sich 872 Schleifmühlen, welche 3000 Arbeiter beschäftigen und jährlich für fast 50 Millionen Mark Steine schleifen.

So teuer dieser Edelstein ist, so vielfache Anwendung findet er doch, nicht nur zum Schmuck, sondern auch in der Industrie. Fast immer ist es seine bedeutende Härte (H = 10), welche den Gebrauch bedingt. Die Glaser benutzen schon seit langem die Kanten kleiner Diamantsplitter zum Schneiden des Glases; in neuerer Zeit thun übrigens kleine, scharfkantige Rädchen aus dem härtesten englischen Stahl dieselben Dienste. Ferner dienen solche Splitterchen zum Gravieren von Kupfer und Stahl, zur Herstellung feiner Einteilungen auf Meßinstrumenten, zum Bohren von Löchern in Achat, Granat u. s. w.

Sogar in den größten bis jetzt erreichten Tiefen, in welche die Bohrschächte hinabreichen, benutzt man bei hartem Gestein den Diamant, indem man einen mit diesen Edelsteinen besetzten Ringbohrer hinabläßt.

Nachgeahmt wird der Diamant wie alle Edelsteine; die sog. Similidiamanten kommen dem natürlichen Feuer desselben ziemlich nahe. Freilich kennt man alle derartigen Fälschungen an ihrer Weichheit. Flecken und Fehler am echten Diamant erkennt man am besten, wenn man den Stein in Schwefelkohlenstoff oder Sassafrasöl versenkt, welche ein nahezu ebenso starkes Lichtbrechungsvermögen haben.

In jüngster Zeit ist es den Chemikern gelungen, winzige Diamanten auf experimentellem Wege durch Krystallisierung des Kohlenstoffes zu erzeugen; doch kosteten diese Versuche weit mehr als dieselben wert waren.

Die größten bis jetzt bekannten Steine haben wegen ihres hohen Wertes von jeher das Begehren der Menschen erregt und waren nicht selten unglückbringend für ihre Besitzer. Fast um jeden dieser Edelsteine ist Menschenblut geflossen.

Der größte in Europa befindliche Diamant ist der Orloff mit 194 Karat. Dieser Stein von reinstem Wasser hat 3,378 cm Durchmesser und 2,18 cm Höhe. Er soll anfangs dem Auge einer Götterstatue eingesetzt gewesen sein; später zierte er den Thron Nadir Schah's und wurde

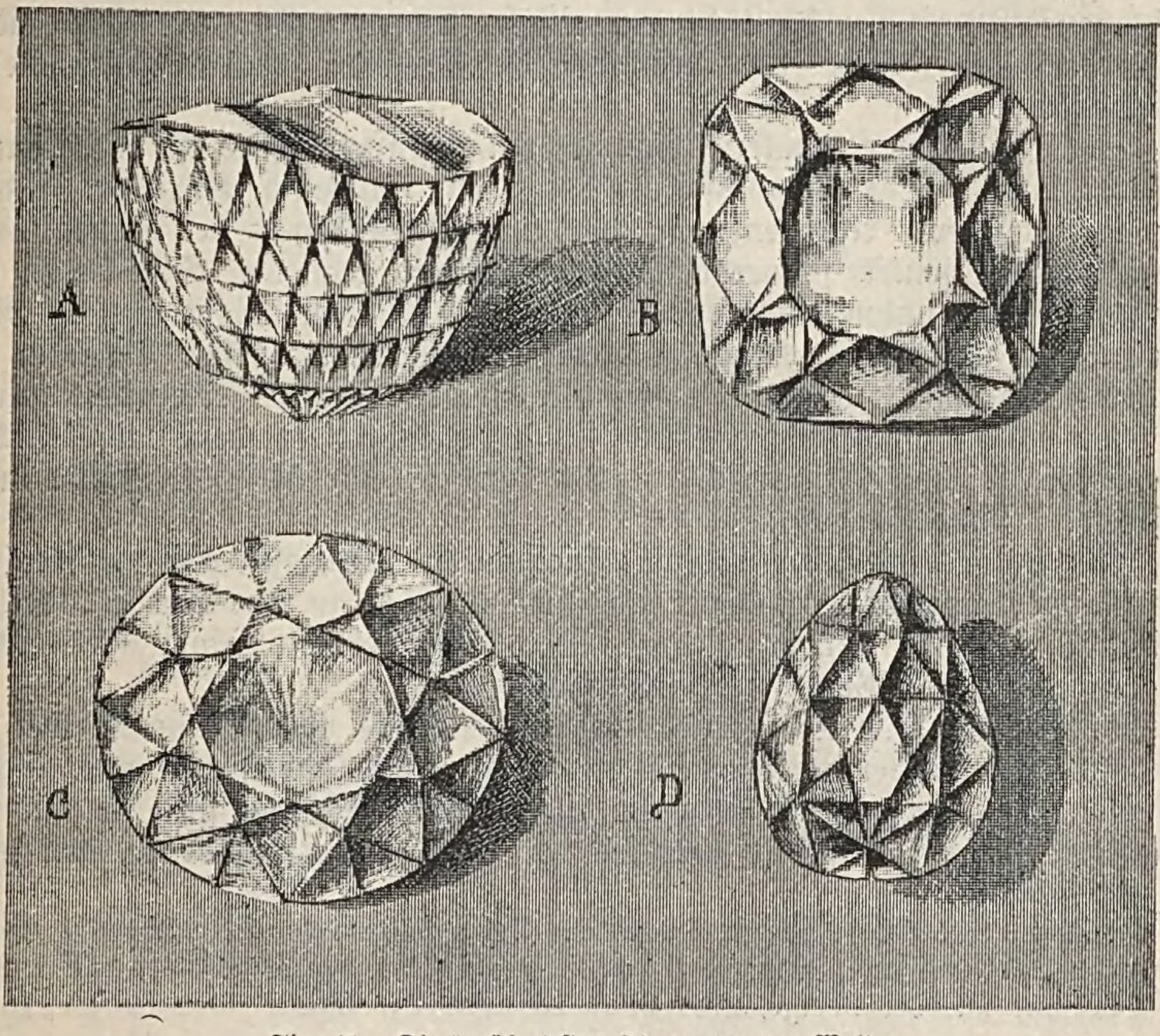


Fig. 45. Die berühmtesten Diamanten der Welt.
A Orloff. B Regent oder Pitt. C Neuer Schliff des Kohinor. D Grüner Diamant im grünen Gewölbe zu Dresden.

nach dessen Ermordung von einem Räuber davongeschleppt, dem ihn wieder ein französischer Soldat abnahm. Der Armenier Schafras zu Bagdad, der ihn endlich erhielt, verkaufte ihn für ½ Million Thaler an Rußland, was dem vermittelnden Juwelier den Adel eintrug. Heute schmückt der funkelnde Stein die Spitze des russischen Szepters.

In englischem Besitz ist jetzt der „Kohinur" (d. h. Berg des Lichts), der einst 700 Karat gewogen haben soll, aber durch einen ungeschickten venetianischen Steinschleifer auf 280 Karat herabgebracht wurde. Schah Nadir raubte ihn bei der blutigen Eroberung Delhis, und englische Truppen erbeuteten ihn 1850 zu Lahore. Seitdem er in Amsterdam auf Brillantform zugeschliffen wurde, wiegt er nur noch 106 Karat.

Der Regent oder Pitt mit ursprünglich 410 Karat wurde 1702 von seinem Finder, einem Sklaven, beim Waschen gestohlen, der sich eigens

verwundete, um den Stein im Verband zu verstecken. Ein Matrose ertränkte den Dieb und nahm ihm den Diamanten. Später verkaufte er ihn für 20000 Mark an den englischen General Pitt, verspielte das Geld aber bald und machte seinem Leben durch Erhängen ein Ende. Frankreich kaufte nun den Stein für 3¾ Millionen Franks und ließ ihn schleifen, wodurch er auf 136 Karat herabkam. Die abgesprengten Stücke hatten allein noch einen Wert von 48000 Mark. Während der großen französischen Revolution geraubt, tauchte er hernach wieder auf und zierte später den Degenknopf Napoleons I. Nach der Schlacht von Waterloo, als der geschlagene Bedränger Deutschlands eiligst fliehen mußte, fiel auch dieses Kleinod in die Hände der verfolgenden Preußen, ward aber wieder zurückgegeben.

Ein sehr schöner, ovaler Diamant vom schönsten Feuer ist der Sancy von 53 Karat. Der kriegslustige Herzog von Burgund, Karl der Kühne, war sein Besitzer. Als jener in der blutigen Schlacht bei Nancy 1477 mit Hunderten seiner schwergewappneten Ritter von den Schweizern erschlagen wurde, nahm einer der letzteren den schönen Stein an sich, ohne seinen Wert zu kennen. Nach manchen Schicksalen kam der Diamant an den Grafen Sancy, dessen Diener wegen des Steines ermordet wurde, ihn aber vorher noch verschluckte. Später gehörte er dem unglücklichen Ludwig XVI. von Frankreich, 1835 kam er für 500000 Rubel nach Rußland. (Vgl. Fig. 45.)

Alle geschilderten, berühmten Diamanten übertrifft ein in jüngster Zeit in der Kapstadt gefundener an Größe. Der in der Farbe tadellose Stein soll über 700 Karat wiegen. Der Finder erhielt sofort 6000 Mark und ein gesatteltes Pferd zur Belohnung.

Rückblick. Die Metalloide sind Grundstoffe oder Elemente, weil sie (bis jetzt) nicht weiter zerlegt werden konnten. Sie haben kein metallisches Aussehen; ihr spezifisches Gewicht ist gering. Wichtig sind sie für die Industrie; der Diamant ist überdies der kostbarste Naturkörper, den man bis jetzt kennt.

Schwefel (chemisches Zeichen S) hat die Härte 1,5–2,5. G = 2.
Graphit besteht aus Kohlenstoff (chem. Zeichen C), Härte 0,5—1. G = 2.
Diamant wie der vorige, aber H = 10 und G = 3,5.

B. Metalle.

1. Edelmetalle.

Das **Gold**. An einigen goldenen Geräten (Ringen, Nadeln) sehen wir zunächst die Farbe dieses Grundstoffes, welche um so heller wird, je mehr Silber, und um so rötlicher, je mehr Kupfer beigemengt ist. In lockerem Quarzsand sehen wir es als kleine, gelbe Körnchen, in festem Gestein als feine, goldgelbe Ader eingesprengt. Die Farbe des Eisenkieses oder Pyrits, ferner auch die der gelben Glimmerblättchen (des Katzengoldes) ist der des Goldes ähnlich, weshalb diese Mineralien oft von Unkundigen mit dem Gold verwechselt werden.

An einem zerbrochenen Stückchen eines alten Fingerringes können wir allerlei Versuche machen. Wir können dasselbe mit einem Hämmerchen auf harter Unterlage leicht breitklopfen; das Gold ist also weich. Wir streichen mit dem echten Gold auf einem Stück Kieselschiefer oder Basalt,

welche die Juweliere zur Untersuchung des Goldes zu benutzen pflegen, und erhalten auf dem Stein einen gelben, aus feinen Goldteilchen bestehenden Strich. Machen wir daneben einen Messingstrich und befeuchten nun beide mit Salpetersäure, wird das Messing verschwinden, das Gold aber bleiben. Ebenso wenig kann Salz- oder Schwefelsäure das Gold auflösen; dies gelingt erst einer Mischung von Salpeter- und Salzsäure (Königswasser).

Legen wir unser Goldstückchen in Quecksilber, so verschwindet es allmählich, weil es von diesem amalgamiert wird. Beim Wägen des Goldes fällt uns das verhältnismäßig bedeutende Gewicht kleiner Stangen auf. In der That ist sein spezifisches Gewicht G. = 19,37, d. h. Gold ist 19,37 mal so schwer, wie ein gleicher Raumteil Wasser. Gold ist also eines der schwersten Metalle, einer der schwersten Körper überhaupt; nur Iridium und Osmium, zwei seltene Grundstoffe, sowie das Platin übertreffen es noch an Gewicht.

An einem Stückchen Blattgold, wie es die Goldschläger fertigen, bemerken wir bei durchscheinendem Licht blaugrüne Farbe. Die große Feinheit des Blättchens, welche sogar nur 0,0001 mm betragen kann, beweist uns auch die Dehnbarkeit des Goldes. Es ist möglich, Golddraht so dünn auszuziehen, daß 2000 m nur 1 Gramm wiegen.

Durch seine Unveränderlichkeit an der Luft, im Wasser und in einfachen Säuren, sowie durch seine sonstigen Eigenschaften erweist sich das Gold als echtes Edelmetall, und die Wertschätzung, welche ihm infolgedessen zu teil geworden ist, veranlaßte in allen Ländern der Erde eifriges Suchen nach Gold.

Man findet es, oft vielfach mit Silber, Palladium, Iridium, Osmium und anderen seltenen Grundstoffen gemischt, selten krystallisiert in Würfeln, häufiger draht- oder bäumchenartig, vorwiegend im Urgebirge, namentlich in Quarzgängen als Berggold, z. B. zu Kremnitz in Ungarn, in der Rauris in Salzburg, in Tirol. Durch Verwitterung der Gebirge und Wasserwirkung wurden dann die Goldteilchen mit dem Sand herab in die Ebene geschwemmt und lagerten sich hier an günstigen Stellen oft in weiten Flächen an. Weil das Gold hier namentlich durch Auswaschen in Trögen gewonnen wird, in denen es seiner Schwere halber zu Boden sinkt, nennt man es in diesem Falle Waschgold. Am Rhein und an der Donau kann man noch ganz vereinzelte Goldwäscher sehen, die kaum ihr Leben vom kärglichen Ertrage fristen; weit mehr Gewinn wirft dieses Verfahren aber in den goldreichen Strichen Afrikas, Kaliforniens und Australiens ab. In diesen Goldlagern (Goldseifen) findet sich das Metall meist chemisch reiner als in den Quarzgängen, aus denen es stammt, muß also eine Umwandlung erfahren haben. Auch sind die Stücke nicht selten auffallend groß, so fand man im Ural zu Miask 1841 einen Klumpen von 48 Kilogramm Gewicht. Er lag merkwürdiger Weise gerade unter dem Aufseherschuppen und wurde nur zufällig entdeckt. Ein in Australien gefundener Klumpen wog sogar 99 kg und wurde für 63 500 Thaler verkauft.

Das goldreichste Gebiet der Erde ist wohl das westliche Amerika, aus dessen Gebirgen die kalifornischen Goldseifen stammen. Hier befindet sich die berühmte Comstockmine, welche allein im Jahr 13 mal soviel Edelmetall liefert wie ganz Österreich-Ungarn zusammen. Leider ist durch sehr heiße Quellen die Arbeit in derselben so erschwert, daß nach wenigen

Minuten schon wieder Ablösung erfolgen muß. Von 1860 bis 1877 lieferte diese Mine für 110 Millionen Dollars Gold, wie denn überhaupt die europäische Goldproduktion weit hinter derjenigen der andern Kontinente zurücksteht.

Auf eigentümliche Weise beutet man die alten, zu festen Schuttmassen verwachsenen Goldseifen Kaliforniens aus. Hoch von den Bergen herab wird Wasser in eisernen Röhren geleitet und kommt mit gewaltigem Druck aus den drehbaren Mündungen derselben, welche gegen die aufzuschließenden Schutthalden gerichtet werden. Hart wie Holz kommt der Wasserstrahl hervor, der jeden Unvorsichtigen gefährlich treffen würde und noch auf 20 Meter den stärksten Mann zu Boden schleudert; mit erstaunlicher Kraft bohrt er sich in die Erdmassen hinein und zerstäubt dieselben in kürzester Zeit. Die gesamte Goldproduktion der Erde beträgt gegenwärtig ungefähr 160000 kg im Werte von 450 Mill. Mark, wovon auf Deutschland nur über 400 kg Gold treffen.

Wie die kostbaren Diamanten, so hat auch das vielbegehrte Gold viel Unheil veranlaßt, und gerade seinen Entdeckern hat es oft wenig Segen gebracht. Der Goldreichtum der Azteken veranlaßte schon die Vernichtung Mexikos durch die habgierigen Spanier, und nicht besser erging es den Peruanern. Der Entdecker der Comstockmine, der den Grund für 20 Dollars erworben hatte, starb im Elend, und ein gleiches Schicksal hatte der alte Sutter in Kalifornien, der Entdecker und Besitzer der überreichen Goldfelder, den die Schar der Goldsucher, unbekümmert um sein Recht, von seinem Boden vertrieb. Wo immer ein neuer Fundort entdeckt wurde, strömten Tausende von abenteuerlustigen Menschen dahin, ihren sicheren Verdienst im Stiche lassend, und die häßlichsten Leidenschaften herrschten ungezügelt, wo die Goldsucher von einem Gebiet Besitz nahmen. Die Zahl derer, welche wirklich den geträumten Reichtum fanden, ist gering. Und doch hat dieser Zuzug von Menschen nach bisher unbewohnten Gegenden viel zur Ausbreitung der Kultur, zur Ansiedelung und Gründung von Städten ꝛc. beigetragen.

In alten Zeiten war das Gold nur Schmuck, sowohl für den Körper, als für die Behausungen der Gottheit, deren Altäre und Tempel man mit Gold verzierte. So war der Tempel Salomos im Innern überreich mit dem kostbaren Metall verziert. Nach griechischen Berichten sollen die Assyrerkönige bei festlichen Gelegenheiten ein Goldgeschmeide getragen haben, dessen Wert 12000 Talente (46 Mill. Mark) betrug, doch ist das eine offenbare Übertreibung. Das Gewicht einer solchen Goldmasse hätte den Träger erdrückt. Homer kennt das Gold und schildert die Goldpracht an den Rüstungen seiner Helden; an den Leichen in Gräbern von Mykenae, welche wohl den Zeiten Homers angehören, fand man zahlreiches Goldgerät und selbst goldene Gesichtsmasken. Die ersten Goldbergwerke hatten die Ägypter; Karthager und Römer stritten sich um die Goldgruben Spaniens; erst später kamen die deutschen Fundstellen und ganz zuletzt die von Amerika, dem Kapland und Australien auf.

Das Gold fand von jeher ausgedehnte Anwendung in der Kunst, da es sich wegen seiner Geschmeidigkeit vorzüglich zum Treiben mit dem Hammer eignete — zum Guß ist das Gold weniger zu gebrauchen, da es sich nach dem Erkalten stark zusammenzieht. Die Goldschmiedekunst ist uralt; schon Salomo ließ Künstler aus Tyros kommen, um den berühmten

Tempel auszuschmücken. Einen eigenen Kunstzweig mit Verwendung des Goldes erfanden die Griechen, welche große Statuen der Götter aus Elfenbein und Gold herstellten; die berühmtesten dieser sogenannten „Chryselephantinen“ sind die des Phidias; der Zeus in Olympia und die Pallas zu Athen, beides riesenhafte Kunstgebilde, welche innen einen Holzkern mit einem Netzwerk zur Anfeuchtung mit Öl besaßen, um das Austrocknen und Zusammenziehen zu verhindern. Das goldene Gewand der Athene war sogar zum Abnehmen eingerichtet, weil es zum Staatsschatz gehörte.

Später, namentlich im Mittelalter, entwickelte sich die Goldschmiedekunst zu einer ungeahnten Höhe, und einzelne Künstler, wie Benvenuto Cellini, lieferten Werke, die noch heute zu den besten dieser Art gehören.

Sehr frühe erfand man auch schon das Verfahren, Gold durch Schmelzen mit anderen Metallen zu legieren, um es härter zu machen, ohne seine Dehnbarkeit zu beeinträchtigen. Kupfer und Silber sind die geeignetsten hierzu.

Eine eigene Industrie bildet die Goldschlägerei, wobei Edelmetalle zuerst zu dünnen Blechen geschmiedet, dann zwischen Pergament und zuletzt zwischen Goldschlägerhäutchen (die Oberhaut vom Blinddarm des Rindes) breit geklopft werden. Haben die Metallblätter die Größe der Papierform erreicht, so werden sie in 4 Teile zerschnitten und dann wieder so lange auf einem Granitblock mit Hämmern bearbeitet, bis sie wieder die vorige Größe erreicht haben. Dabei hat natürlich ihre Dicke wieder um das Vierfache abgenommen.

Das fertige Blattmetall, welches oft nur 1/9000 mm dick ist, kommt in Büchelchen von feinem Seidenpapier in den Handel; es dient zum Vergolden von Rahmen, Belegen von Drähten, an welche es angeschmolzen wird und welche es dann beim Ausziehen in noch feineren Schichten bedeckt. — Silber, Aluminium und Platin werden ebenso verarbeitet. Das Gold und Silber, mit dem wir zu Weihnachten die Früchte am Baum bedecken, besteht aus einer 1/2000 mm dicken, ebenso geschlagenen Kupfer- und Zinklegierung, beziehungsweise einem 1/800 mm dicken Blättchen aus einer Legierung von Zinn und Zink.

Das Goldschlagen verstanden schon die alten Ägypter; die Griechen bekleideten ihre Statuen und die Karthager selbst die Wände und Decken der Tempel und Paläste mit Blattgold.

Golddraht, welcher durch fortgesetztes Ausziehen dünner Goldstangen erzeugt wird, dient namentlich zu kostbaren Stickereien.

Das **Silber.** Wie das Gold, so kommt auch dieses Edelmetall nur sehr selten in Würfeln kristallisiert vor; meistens findet man es, wenn überhaupt gediegen, in haar- und drahtförmigen oder aus Blechen und Blättchen bestehenden Gebilden. Die Farbe des natürlichen Silbers ist nicht so weiß wie die des gegossenen, sondern es ist meist gelblich oder dunkel angelaufen.

Das Silber kommt gediegen in der Regel nur auf Gängen vor, oft mit Schwefel, Antimon, Kupfer oder Arsen vereinigt, außerdem aufgelöst in Quecksilber (amalgamiert). Gediegen findet man das Silber von altersher in Spanien, wo es Römer und Karthager schon gewannen, und von wo Hannibal seine Mittel zum Krieg gegen die ersteren bezog. Im Mittelalter lieferte Österreich das meiste Silber. Man pflegte damals zu sagen: Kremnitz hat Mauern von Silber, Chemnitz von Gold und Schmölnitz

von Kupfer. In der Gegenwart ist die ganze Silberausbeute Europas weit durch die amerikanische übertroffen. Schon die Eroberer von Mexiko und Peru fanden ungeahnte Schätze an Silber aufgehäuft; namentlich die berühmten Gruben von Cerro de Potosi lieferten große Mengen dieses Edelmetalls nach Europa, und ganze Flotten Spaniens waren beständig unterwegs, um das Silber nach der alten Welt zu bringen. Diese Schätze wurden aber noch weit übertroffen durch die in den Vereinigten Staaten gemachten Funde, wo man stellenweise die Silberadern fußhoch über die verwitterte Umgebung emporragend fand. In Europa sind auf deutschem Gebiet berühmte Silberwerke zu Freiberg in Sachsen, welches allein über 850 Mill. Mark Silber geliefert hat, ferner zu Andreasberg im Harz; das gleichfalls altberühmte Silberbergwerk von Przibram in Böhmen hat zugleich den tiefsten Schacht der Welt, den Adalbertigang, welcher 1020 m hinabführt. Das reichste europäische Silberrevier, wie Chemnitz und Kremnitz von sächsischen Bergleuten aufgefunden, war das zu Kongsberg in Norwegen, wo mehrmals Klumpen gediegenen Silbers von 2½ Ztr. Gewicht aufgefunden wurden.

Die wichtigsten Silbererze sind der Silberglanz, aus Schwefel und Silber bestehend, die Rotgültigerze und die Fahlerze. Nicht selten enthalten Blei- und Kupfererze Silbermengen, welche die Ausbeute lohnen.

Die Gewinnung des Silbers aus seinen Mineralien geschieht entweder auf „trockenem“ oder „nassem“ Wege. Man schmilzt beim ersteren Verfahren Blei und Silber zusammen, weil das letztere sich mit Blei bindet und durch dieses aus anderen Metallen herausgezogen werden kann. Aus dem Blei bringt man alsdann das Silber durch den sogenannten Abtreibeprozeß wieder heraus, indem man das schmelzende Blei oxydieren läßt. Sobald alles Blei auf diese Weise entfernt ist, erscheint plötzlich das Silber mit reiner, blinkender Oberfläche (der sog. „Silberblick“).

Auf dem nassen Wege gewinnt man das Silber durch Benutzung seiner Eigentümlichkeit, sich in Quecksilber aufzulösen. Die feingemahlenen Erze werden innig mit Quecksilber durchknetet, und das letztere alsdann, nachdem es sich mit dem vorhandenen Silber amalgamiert hat, durch Erhitzen wieder ausgetrieben. Selbstverständlich sucht man von dem teueren Quecksilber soviel als möglich durch Auffangen der entweichenden Dämpfe wieder zu gewinnen. Dieses Verfahren ist besonders wichtig in den Minendistrikten Amerikas, wo es an dem nötigen Material zu anderen Gewinnungsweisen mangelt und wo sich auch reiche Quecksilberminen in der Nähe befinden.

Wir können uns dasselbe leicht vergegenwärtigen, wenn wir Silber in Quecksilber auflösen und letzteres dann verdampfen. Der Versuch dürfte aber nur am offenen Fenster gemacht werden, da das Einatmen der Quecksilberdämpfe sehr gesundheitsschädlich ist.

Das Silber teilt mit dem Gold die Eigenschaft eines Edelmetalles, an der Luft nicht zu oxydieren; dagegen ist es nicht so widerstandsfähig gegen Säuren, wie jenes. Ist das Silber mit Kupfer legiert, wie in unseren Münzen, so verändert es sich eher an der Luft und durch den Gebrauch, woran aber nur der Kupfergehalt die Schuld trägt. Werfen wir eine Silbermünze ins Feuer, so wird sie schwarz, weil sich auf ihr ein dünnes Häutchen von Kupferoxyd gebildet hat. Die Goldarbeiter pflegen älteren Silbermünzen ihren ursprünglichen weißen Glanz wieder-

zugeben, indem sie dieselben in verdünnter Schwefelsäure sieden. Dieselbe löst nur das Kupfer außen auf, sodaß eine überaus dünne Schicht Feinsilber hernach die Oberfläche bildet.

Leider hat das Silber große Neigung, sich mit Schwefel zu verbinden, indem es sich in Schwefelwasserstoff schwarz oder braun färbt. Das sogen. Silberoxyd wird durch Eintauchen von Schmucksachen in eine Lösung von Schwefelleber erzielt.

Eine eigentümliche Erscheinung ist es, daß das Silber während des Schmelzens — seine Reinheit vorausgesetzt — eine Menge Sauerstoff verschluckt und denselben beim Erstarren unter heftigem Spritzen wieder ausschleudert, eine Erscheinung, welche die Hüttenarbeiter als „Spratzen“ bezeichnen.

Das Silber ist außerordentlich dehnbar und ziemlich weich, weshalb es zu Gebrauchsgegenständen immer mit Kupfer versetzt wird. Sehr häufig wird es zu Draht gezogen, vorher aber vergoldet; der so erzeugte Golddraht muß oft gegen 150 Ziehlöcher passieren und erreicht eine außerordentliche Feinheit. Der dünne Goldüberzug streckt sich wegen der Dehnbarkeit des Goldes dabei derart, daß auch an dem feinsten Draht keine Lücke in demselben entdeckt werden kann.

Wie das Gold, so wird auch das Silber zwischen dünnen Darmhäuten, den „Goldschlägerhäutchen“, zu feinen Blättchen geschlagen und zum Überziehen anderer Stoffe verwendet.

Das billigere Silber hat selbstverständlich mehr Verwendung in der Technik gefunden als das Gold. Es werden eine Menge Geräte, Instrumente, Schmucksachen u. s. w. aus diesem Edelmetall gefertigt.

Nehmen wir ein kleines Silberstück, etwa eine Scheidemünze zu 20 Pfennig, so können wir dieselbe in erwärmter Salpetersäure auflösen; der durch Verdampfung erhaltene Rückstand ist wesentlich ein weißes Salz, der sogenannte Höllenstein (Silbernitrat). Wenn wir mit diesem Höllenstein die Haut betupfen, so entsteht an dieser Stelle ein schwarzer Fleck. Derselbe kommt von der Eigenschaft des Höllensteins, sich unter Lichteinwirkung schwarz zu färben. Der Höllenstein wird in der Medizin zum Ätzen kranker Stellen, sowie in der Photographie, zum Färben der Haare, Zeichnen der Wäsche benutzt, muß aber immer mit Vorsicht behandelt werden, da er sehr giftig ist. Demselben ist Kupfernitrat beigemengt.

Ein sehr bedeutender Silberverbrauch (gegen 800 Ztr. jährlich) entstand daraus, daß man die Lichtempfindlichkeit von Silbersalzen, besonders Jod- und Bromsilber, zur Festhaltung von Bildern benutzte. Die Photographie oder Lichtbildnerei besteht im allgemeinen darin, daß auf einer mit solchen Silbersalzen präparierten Fläche im photographischen Apparat durch die vorne befindliche Objektivlinse das genaue Bild eines Gegenstandes entworfen und dann unveränderlich fixiert wird.

Übergießt man die empfindliche Platte hernach mit einer Lösung von Eisenvitriol, so schlägt sich metallisches Silber aus der Lösung als dunkles Pulver nieder, und zwar um so mehr, je stärker eine Stelle beleuchtet wurde. Es ist klar, daß auf diese Weise die hellsten Stellen des Gegenstandes am dunkelsten werden müssen, wodurch ein sogenanntes Negativbild entsteht. Das positive Bild erhält man erst, wenn von diesem Negativ eine Kopie durch Darunterlegen einer anderen lichtempfindlichen Schicht, z. B. Bromsilberpapier abgenommen wird, welche jetzt natürlich

an den Stellen, die beim Negativ am dunkelsten waren, das wenigste Licht empfangen hat und daher hell geblieben ist. Vorher muß selbstverständlich das Negativ, welches sich am Lichte ganz schwärzen würde, fixiert werden, indem man das noch nicht zersetzte Jod- oder Bromsilber mit unterschwefligsaurer Natronlösung wegwäscht. In neuerer Zeit hat man höchst lichtempfindliche, schon zubereitete Gelatineplatten, welche die Mühe des Selbstpräparierens ersparen und sehr feine Aufnahmen ermöglichen. Ein photographisches Bild enthält also immer Edelmetall, freilich in so geringer Menge, daß etwa $\frac{1}{500}$ g auf eine Photographie in Visitformat trifft.

Die Photographie ist in unseren Tagen nicht mehr bloß eine zur Porträtaufnahme dienende Spielerei, wie noch zu Anfang, sondern im Gegenteil eine höchst wichtige Kunst, welche in zahlreiche Gebiete übergreift. Sie ermöglicht dem Künstler, in kürzester Zeit eine große Anzahl wertvoller Studien sich zu verschaffen, gibt dem Gerichtsbeamten ein Mittel zur Entdeckung von Fälschungen in Dokumenten an die Hand, hält die zarten Bilder des Mikroskopes zum Besten der Wissenschaft fest und ermöglicht dem Reisenden, unser Wissen von der Erde mit Bildern aus den fernsten Ländern zu bereichern. Ja sogar aus unerreichbaren Fernen im Weltenraum verschafft uns das edle Silber mit Hilfe der Photographie die getreuesten Darstellungen und Himmelskarten.

Durch die Verbindung des Teleskops mit der Photographie, kennen wir z. B. die Oberfläche des Mondes, welche uns zugekehrt ist, viel genauer, als die Geographie des inneren Afrika oder Australien.

Diese Kunst ist erst in allerjüngster Zeit zu ihrer jetzigen Vollendung gebracht worden; während man früher zu einer Porträtaufnahme mehrere Minuten benötigte, hat man es jetzt so weit gebracht, in 1 Sekunde 30 und mehr Aufnahmen hintereinander von einem, sich rasch bewegenden Körper zu machen, und ist dadurch in den Stand gesetzt, die brandenden Wogen, fliegende Schwalben, rennende Pferde u. s. w. genau aufzunehmen. Man hat vielfach erst dadurch einen Einblick in den Bewegungsorganismus der Tiere erhalten und gefunden, daß dieselben in einer für das menschliche Auge nicht mehr faßbaren Zeit Stellungen einnehmen, die einen ganz absonderlichen Eindruck hervorrufen.

An einer mit der Geschwindigkeit von 300 m in der Sekunde dahinsausenden Kanonenkugel sieht man sogar die verdichtete Luft, welche sich vor derselben zusammenballt, als ein trübes Wölkchen, sobald das Geschoß mit einem eigenen, besonders empfindlichen Apparat in fast unmeßbaren Bruchteilen einer Sekunde aufgenommen wurde.

Sehr ausgedehnt ist die Anwendung von Silber und Gold zum Überziehen von Gegenständen aus geringwertigerem Metall. Bei der Versilberung oder Vergoldung im Feuer wird das Objekt mit Gold oder Silberamalgam bedeckt und dann erhitzt, welches Verfahren wegen der entweichenden Quecksilberdämpfe sehr gesundheitsschädlich ist. Die Arbeiter haben dabei meist Masken vor dem Gesicht, welche sie vor jenen wie vor der Hitze schützen sollen. Auch kann man die Edelmetalle aus ihren Lösungen auf den Gegenständen fällen (nasse Vergoldung rc.) Auch auf galvanischem Weg vergoldet oder versilbert man.

Das **Platin.** Ein unansehnliches, fast stahlgraues Mineral, welches sich nur gediegen im Urgebirge, oder gleich dem Golde angeschwemmt im Flußsand in Gestalt von Körnchen findet und zwar meistens an denselben

Stellen wie jenes. Besonders aus dem Ural kommen Stücke im Gewicht bis zu 12 kg. Gewöhnlich ist das rohe Platinerz mit vielen anderen Metallen gemengt, so daß es erst einem Scheideprozeß unterworfen werden muß, um es rein zu erhalten. Das eigentümliche Edelmetall ist von sehr hohem Gewicht; es wiegt 21,46 mal soviel, wie ein gleicher Raumteil Wasser. (G = 21,46.) Platin ist weicher als Kupfer, läßt sich stark dehnen und hämmern, und in der Hitze kann man mehrere Stücke durch Hammerschläge vereinigen. Es läßt sich also schweißen.

Platin ist äußerst schwer schmelzbar; es bedarf dazu einer Hitze von etwa 1780°, welche wir nur mit der Knallgasflamme, die durch Verbrennung von Wasserstoff in Sauerstoff entsteht, erreichen können. Deshalb dient Platin namentlich zu Schmelztiegeln und Retorten, welche freilich bei der schwierigen Gewinnung und Bearbeitung des Metalls hoch im Preise stehen.

Wenn man Platin im Königswasser löst und die tiefgelbe Lösung verdampft, so erhält man ein rotbraunes Salz, das Platinchlorid. Aus diesem kann man durch weitere Behandlung (mit Chlorammonium) den Platinsalmiak herstellen, und dieser hinterläßt beim Glühen das Edelmetall in äußerst feiner Verteilung als Platinschwamm. Dieser letztere verdichtet auf seiner Oberfläche sehr viel Sauerstoff, und wenn man einen Strom von Wasserstoffgas darüberstreichen läßt, so entsteht eine so bedeutende Wärme, daß der Platinschwamm glühend wird und dasselbe entzündet.

Darauf beruhte ein sehr sinnreiches Feuerzeug von Döbereiner, welches bis zur Erfindung der Phosphorzündhölzchen fast allein in den Salons zu finden war. Es bestand aus einer Flasche mit verdünnter Schwefelsäure, in welche ein Stück Zink eintauchte; der dabei entwickelte Wasserstoff wurde durch eine Kapsel mit Platinschwamm geleitet. Dieser gerät durch die heftige Verdichtung des Gases ins Glühen und entzündet seinerseits den Wasserstoff.

Die Menschen haben sich von jeher bemüht, das wohlthätige Feuer, dessen sie zur Erwärmung, zum Kochen, zur Bearbeitung der Metalle bedurften, auf künstliche Weise zu erzeugen. Die älteste Art ist das Reiben verschiedener Hölzer gegeneinander. Die Völker des indogermanischen Stammes drehten zwei trockene Hölzer gegeneinander, was viele Zeit und Kraft erforderte. Die nordamerikanischen Indianer erleichterten sich die Arbeit durch eine Schwungscheibe von schwerem Holz, welche vermittels einer Bogensehne in Bewegung gesetzt wurde. Brenngläser benutzten schon die Römer; das heilige Feuer der Vesta wurde, wenn es durch Unachtsamkeit seiner Wächterinnen einmal ausgegangen war, mittels eines solchen entzündet.

In späterer Zeit kam alsdann ein „pneumatisches Feuerzeug“ in Anwendung, welches auf der Entzündung von Zündschwamm durch die plötzlich in einem Kolben zusammengedrückte und dadurch erhitzte Luft beruhte. Doch wurde es nie so allgemein, wie die Gewinnung des Feuers mit Stahl, Stein und Zunder, welche schon Pyrodes erfunden haben soll. Merkwürdigerweise ist aber das pneumatische Feuerzeug bei den Dajaken Borneos, den berüchtigten Kopfjägern, in Gebrauch. Dann kam ein elektrisches Feuerzeug 1780, bei welchem der elektrische Funke ausströmenden Wasserstoff entzündete, hierauf das schon genannte Döbereinersche.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts (1806) erfand man die Tunkfeuerzeuge. Sie bestanden aus Hölzchen, die an einem Ende mit Schwefel

und darüber mit einer Mischung von chlorsaurem Kali, Zucker und Zinnober bestrichen waren. Man mußte sie auf Asbest drücken, der mit konzentrierter Schwefelsäure getränkt war. Hierauf kamen Schwefelhölzchen, die man erst in eine Phosphormischung eintauchen mußte, worauf sie sich entzündeten. Alle diese Vorrichtungen wurden aber in unserer Zeit durch die Reibhölzchen (siehe Phosphor!) verdrängt.

Das Platin, welches wegen seiner Widerstandsfähigkeit ein wichtiger Stoff für die Technik geworden ist, kann man gegenwärtig mit Hilfe der schon erwähnten Knallgasflamme in Massen bis zu 300 kg schmelzen und verwendet es zu Blechen, Drähten, Kesseln und Röhren, galvanischen Elementen und Blitzableiterspitzen. Es steht im Wert zwischen Silber und Gold.

Gold und Silber, sowie Platin sind das Material für wertvollere Münzen. Das letztere allerdings wurde nur kurze Zeit in Rußland zu diesem Zwecke benutzt, denn es fand seines unscheinbaren Aussehens halber sehr wenig Freunde und hat den beiden anderen Metallen auf diesem Felde wieder weichen müssen.

Zur Herstellung der Münzen wird das Metall in Graphittiegeln geschmolzen und mit Kupfer legiert, um es widerstandsfähiger zu machen. Die Gegenwart des Kupfers erfordert die Bedeckung der Schmelzmasse mit Kohlenpulver, weil sich sonst ein Oxyd (Verbindung mit Sauerstoff) bilden würde.

Die erhaltenen Metallbarren werden nun durch Maschinen gestreckt, bis sie die Dicke der Münzen besitzen, dann schlägt eine Durchstoßmaschine die runden Münzscheiben heraus; diese werden auf einer Wage berichtigt, welche selbstthätig die zu schweren oder zu leichten Stücke absondert. Dann werden die Scheiben gerändelt, um ein Beschneiden derselben durch Betrüger zu verhindern, und nun erst kommen sie, nach einer Reinigung durch Beizen in die Prägemaschine, in welcher stählerne Stempel dem Edelmetall Wappen und Bezeichnung in erhabener Pressung aufdrücken.

Die deutschen Münzen wiegen: Ein 20 Markstück in Gold 7,965 g, ein 10 Markstück 3,9825 g; ein 5 Markstück 1,9912 g; ein 5 Markstück in Silber 27,7778 g; ein 2 Markstück 11,1111 g; ein 1 Markstück 5,555 g und ein 50 Pfennigstück 2,7778 g.

Da auch sämtliche Abfälle der Münzarbeit wieder verwendbar sind, werden dieselben sorgfältig gesammelt. Die Arbeiter ziehen eigene Kleider an, welche in dem Arbeitslokal verbleiben und nicht mitgenommen werden dürfen; dieselben werden nach mehrjährigem Gebrauch samt dem Teppich am Fußboden verbrannt; der darin enthaltene Metallstaub ergibt dann oft einen Wert von mehreren Tausend Mark.

Die ältesten Münzen, welche man kennt, sind wohl die chinesischen von Messer- oder Scheibenform. In dem Maße, als in einem Kulturvolke Handel und Verkehr sich hoben, mußte es von selbst statt des umständlichen Tauschhandels eine Münzeinheit annehmen, und so entstanden auch bei den Griechen später Silber- und Goldmünzen, denen bald Legierungen folgten. Die Spartaner sollen Eisen als Geld benutzt haben. Die ältesten römischen Münzen waren von Kupfer, während die anderen Völker mit Edelmetallen ihr Münzwesen begannen.

Die Prägung der Münzen wies schon frühzeitig Herkunft und Regent des Landes nach, aus welchem die Münzen stammten; bald findet man auf denselben auch allegorische Darstellungen oder die Porträts der

Herrscher. Derartige Münzen bildeten von jeher einen gesuchten Gegenstand für Sammler und sind von hohem Wert. Das kgl. Münzkabinet zu München besitzt z. B. eine sehr reiche und sehenswerte Sammlung dieser Art.

Trotz aller Vorsicht der Behörden kommen doch immer Fälschungen der Münzen aus Edelmetall vor, deren Urheber freilich im Betretungsfalle schweren Strafen unterliegen. Am häufigsten sind Prägungen mit falschen Stempeln auf unechten, unedlen Legierungen, oder Abgüsse in Formen, die nach echten Münzen hergestellt sind; der Klang und die Farbe, sowie der Strich, vor allem aber das Gewicht, verraten meistens die Fälschung.

Das **Quecksilber.** In der Glasröhre eines Thermometers sehen wir ein zinnweißes Metall von lebhaftem Glanz beim Umdrehen des Instrumentes auf- und ablaufen. Betrachten wir dasselbe Metall auf einem Teller liegend, so können wir erst recht seine Beweglichkeit beobachten. Lassen wir einen Tropfen aus geringer Höhe auf den Teller fallen, so zerstiebt er in zahlreiche, kleine Kügelchen, welche sich aber bei Berührung wieder vereinigen. Das Quecksilber verhält sich genau wie geschmolzenes Blei, Zinn u. s. w., und doch fühlt es sich kalt an, sobald wir etwas davon auf die Hand nehmen. Es ist also ein Metall, welches schon bei gewöhnlicher Temperatur flüssig erscheint. Erst bei —39,5° (bei wissenschaftlichen Bezeichnungen ist immer Celsius gemeint) erstarrt es und stellt dann eine hämmerbare, bleiähnliche Masse dar. Es siedet zwar erst bei 375°, verdampft aber schon bei gewöhnlicher Temperatur, bei 40° schon sehr bemerkbar und darf wegen der Giftigkeit seiner Dämpfe nicht offen in einem bewohnten Zimmer stehen. Das Zerbrechen eines größeren Baro- oder Thermometers kann daher von schlimmen Folgen für die Gesundheit begleitet sein. Als Edelmetall bleibt Quecksilber an der Luft unverändert, erhitzt man es aber längere Zeit, so verwandelt es sich durch Verbindung mit Sauerstoff in rotes Quecksilberoxyd.

Auffallend ist auch die Schwere des Quecksilbers; es wiegt 13½ mal so viel wie ein gleiches Volumen Wasser. Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischem Gewicht werden sich, wenn sie sich nicht miteinander mischen, in verschiedener Höhe lagern, sobald man sie zusammenbringt. Gießt man in ein Glas Öl, Wasser und Quecksilber und schüttelt es stark, so wird ein Gemenge der 3 Flüssigkeiten entstehen; in der Ruhe werden sich aber ihre Teilchen nach dem Gewicht wieder zusammenfinden und in verschiedener Höhe lagern: unten das Quecksilber, hierauf das Wasser und zuletzt das Öl. Drehen wir das Glas nun sehr schnell, so bilden sich an seiner Wand 3 Ringe, deren äußersten das Quecksilber, deren innersten das leichtere Öl bildet.

Eisen ist spezifisch leichter als Quecksilber und muß daher in demselben schwimmen; auf der Wiener Weltausstellung erregte eine große Kanonenkugel, welche in einem Quecksilberbecken schwamm, das Aufsehen der Besucher.

Nur an wenigen Orten der Erde kommt das Quecksilber in einer des Abbauens werten Menge vor. Gediegen findet es sich als „Merkur“ in kleinen Tröpfchen, in älteren Gesteinen, z. B. auch bei Moschellandsberg, Pfalz. Die Gegend von Lissabon zu beiden Seiten des Tajo enthält bis tief unter die Meeresfläche hinab viele Tausend Zentner Quecksilber

in Form kleiner Kügelchen, aber so mit Erde vermengt, daß die Kosten des Ausbringens doch den Wert des Metalles weit übersteigen würden.

Eine bergmännische Gewinnung lohnt sich in der Regel nur da, wo dieses Edelmetall in der Form seines häufigsten Erzes, des **Zinnobers**, vorkommt. Der letztere ist eine Verbindung von Schwefel und Quecksilber, wie wir leicht nachweisen können, wenn wir den Zinnober in einem Reagensgläschen erhitzen. Hierdurch zerfällt die Verbindung; der Schwefel verbrennt und die Quecksilberdämpfe verdichten sich in Form kleiner Kügelchen an den Wänden des Gläschens. Der größte Teil des Zinnobers sublimiert dabei freilich, ohne sich zu zersetzen. Erhitzen wir dagegen letzteren mit Eisenpulver, so bildet sich Schwefeleisen und das Quecksilber wird frei.

In der Provinz Andalusien bei Almaden liegen altberühmte, schon seit 2000 Jahren ausgebeutete Gruben, in welchen der Zinnober, von Thonschiefer eingeschlossen, Lager von oft 20 m Dicke bildet. Der Ertrag beträgt jährlich gegen 20000 Ztr. Auch Idria in Krain liefert viel Quecksilber (gegen 5000 Ztr.). Doch ist diese Menge noch weit übertroffen durch den reichen Ertrag der in Kalifornien bei S. Francisco entdeckten Zinnoberlager. Man entdeckte das Vorhandensein der letzteren infolge des Gebrauchs der Eingebornen, sich den Körper mit Zinnober zu bemalen. Früher kam auch chinesisches Quecksilber in dicken Bambusstäben nach Europa, während man das Metall jetzt in 35 kg schweren, eisernen und festverschraubten Flaschen transportiert. Die Hälfte des gesamten auf der Erde erzeugten Quecksilbers kommt aus Kalifornien, welches 1879 nahezu 80000 Flaschen in den Handel brachte. Spanien lieferte 1885 31280 Ztr., Österreich 1886 gegen 10820 Ztr., die Vereinigten Staaten 1882 40340 Ztr.

Die V e r w e n d u n g des Quecksilbers ist eine so allgemeine, daß es als eines der wichtigsten Metalle für den Menschen erscheint. Selbst in dem ärmlichsten Haushalt begegnen wir ihm, da es als Belag für die Rückwand der S p i e g e l die ausgedehnteste Anwendung findet.

Während man im Altertum zunächst geschliffene Metallflächen mit oft kunstvoll verzierten Handhaben als Spiegel benutzte, denen sich später dunkle, polierte Gläser anreihten, sind jetzt die Glasspiegel allgemein in Gebrauch. Man bereitet sie, indem man Zinnfolie (Stanniol) auf Steinplatten ausbreitet und dann mit Quecksilber übergießt. In das alsbald entstehende Amalgam wird das herzustellende Spiegelglas gelegt, und die Metallmasse hängt sich an demselben fest. Wegen der äußerst schädlichen Quecksilberdämpfe, welche unter den Arbeitern in Spiegelfabriken häufig Krankheiten hervorrufen, ist man in neuerer Zeit auf die Herstellung von Silber- und Platinspiegeln gekommen.

Das weiße Quecksilber findet wegen seiner Eigenschaft, mit anderen Metallen L e g i e r u n g e n einzugehen, Verwendung zur Ausscheidung von Gold und Silber aus ihren Erzen, vor allem in Kalifornien, wo die Gewinnung des Goldes durch Waschen längst diesem letzteren Verfahren Platz gemacht hat. Solche Legierungen nennt man A m a l g a m e, obwohl sie sich eigentlich nur durch ihren niederen Schmelzpunkt von den gewöhnlichen Metalllegierungen unterscheiden. Wir können uns selbst von dem Entstehen eines Amalgams überzeugen, wenn wir eine kleine Silbermünze, etwa ein 20 Pfennigstück oder ein Stückchen Zinn oder Blei in Quecksilber werfen.

Sehr wichtig ist die Anwendung, welche das Edelmetall in der Wissenschaft gefunden hat. Im Thermometer benutzt man die Fähigkeit des Quecksilbers, bei Erwärmung sich gleichmäßig auszudehnen und beim Sinken der Temperatur sich wieder zusammenzuziehen, indem man diese Bewegung in einer engen Glasröhre deutlich sichtbar macht. Andere Metalle, wie überhaupt die meisten Naturkörper, besitzen freilich diese Fähigkeit auch, aber keiner ist zur Beobachtung derselben so geeignet, wie das flüssige, leicht bewegliche Quecksilber.

Das Barometer enthält in einer luftleeren Glasröhre Quecksilber, welches mit der äußeren Luft in Verbindung steht und, sobald der Druck derselben steigt, in der Röhre emporgetrieben wird. Auf dieselbe Weise mißt das Quecksilbermanometer die Dampfspannung in Maschinen.

Das Quecksilber wird auch in der Medizin vielfach verwendet, obgleich seine Salze sämtlich sehr giftig sind. Es ist ja eine alte Erfahrung, daß ein und derselbe Stoff in der Hand des Unkundigen ein verderbenbringendes Gift, in der des geschickten Arztes gegebenen Falls ein wertvolles Heilmittel sein kann. Die furchtbarsten Pflanzengifte, wie Strychnin (Brechnuß), Blausäure (bittere Mandel), Atropin (Tollkirsche), Digitalin (Fingerhut), Morphin (Mohn) sind Beweise hierfür. Man gibt Quecksilber sogar in gediegenem Zustand bis zu 500 g bei Darmverschlingungen, um womöglich durch das Gewicht und die Beweglichkeit desselben die verschobenen Eingeweide wieder in die richtige Lage zu bringen.

Das Quecksilber ist seit alten Zeiten bekannt und wurde schon von den Römern ausgebeutet, welche den Zinnober als Malerfarbe, wie wir noch heute den künstlichen benutzten. Sie nannten es Argentum vivum, d. h. lebendiges Silber, wegen seiner Beweglichkeit. Bei den Griechen hieß es Hydràrgyros, d. h. Wassersilber. Die deutsche Bezeichnung bedeutet ungefähr dasselbe wie Argentum vivum, denn das Wort queck oder quick heißt auch so viel wie lebendig. Bei uns ist es außer Gebrauch gekommen, in dem englischen quick, lebendig, lebhaft, aber noch erhalten. Die Alchymisten machten fortwährend Versuche mit diesem eigentümlichen Metall, in welchem sie lange Zeit das Mittel zur Erzeugung des Goldes aus geringeren Metallen zu finden hofften. Sie belegten es mit dem Namen des eilenden Planeten Merkur, während sie das Gold mit der feurigen Sonne, das Silber mit dem sanften Mond in Beziehung brachten.

Rückblick. Die Edelmetalle zeichnen sich durch ihre Schwere, Dehnbarkeit, sowie ihre Widerstandsfähigkeit gegen Säuren aus. Sie sind alle zwar eigentlich nicht selten, da sie sich in geringer Menge an vielen Orten (das Silber z. B. im Meerwasser) finden; aber sie kommen selten in solcher Menge vor, daß sich ihre Ausbeute lohnt. Sowohl für die verschiedensten Industrien als auch wegen ihrer Verwendung zu Luxusgegenständen sind sie außerordentlich wichtig. Gold und Silber sind überdies die hervorragendsten Münzmetalle; das Quecksilber ein Mittel zu ihrer Gewinnung.

Gold: $H = 2{,}5–3$; $G = 19{,}37$. 0,5 kg geben 139,5 Zehnmarkstücke.

Silber: $H = 2{,}5–3$; $G = 10–11$.

Platin: $H = 4{,}5 – 5$; $G = 21$.

Quecksilber: Härte im gefrornen Zustand bei —40° ungefähr der des Bleies entsprechend. G = 13,6. Löst Gold, Silber, Zinn und Zink auf, indem es mit ihnen Amalgame bildet.

Gold und Platin sind nur in Königswasser (Salpetersalzsäure) löslich; Silber in Salpetersäure (gibt Höllenstein), Quecksilber ebenfalls in Salpetersäure löslich.

2. Unedle Metalle.

A. Sprödmetalle.

Das Arsen. Gediegen findet sich dieser Grundstoff in derben, traubigen Formen, dem sogenannten Scherbenkobalt (von seinem muscheligen Bruch so genannt). Es ist grauweiß, wird an der Luft dunkler und zeigt Porzellanglanz. Beim Erhitzen verflüchtigt sich das Arsen, ohne zu schmelzen; dabei entwickelt sich ein unangenehm knoblauchartig riechender Dampf. Es ist ein spröder Körper, den wir leicht zu Pulver zerstoßen können. Dieses Mineral findet man in Sachsen, Böhmen, Baden, in Gängen eingesprengt.

Erhitzt man das Arsen an der Luft, so bilden sich weiße Dämpfe von arseniger Säure, welche in den sogenannten Gifthütten beim Rösten arsenhaltiger Erze gewonnen und durch Abkühlung zu einem weißen Pulver verdichtet werden. Dieses Pulver gibt dann durch Sublimierung als schwach gelbliche, porzellanartige Masse das furchtbare Arsenikgift, welches zum Konservieren ausgestopfter Tiere, zur Vergiftung von Ratten, sowie in der Medizin benutzt wird.

Es ist das stärkste Gift des Mineralreiches und teilt seine Giftigkeit auch den Farbstoffen mit, welche Arsen enthalten, z. B. Schweinfurtergrün (arsenhaltiges Kupfersalz). Zufällige Vergiftungen mit Arsenik geschehen besonders häufig durch solche Farben, zuweilen auch durch Verwechslung des unvorsichtig aufbewahrten Arsenikpulvers mit Mehl oder Staubzucker. Auch die Einatmung der Arsenikdämpfe ist von sehr schädlicher Wirkung und es zeigt sich dies nicht nur in den Arsenhüttenwerken, sondern auch in Zimmern, wo z. B. die Tapeten arsenhaltige Farben tragen. Die meisten Verbrechen der Vergiftung sind wohl mit diesem Stoff verübt worden, und seine Gefährlichkeit wurde dadurch erhöht, daß man früher kein Mittel kannte, um dieselben nachzuweisen.

Heutzutage fällt dies der Wissenschaft schon bei kleinen Mengen von Arsenik leicht, selbst wenn die Leichen der daran Gestorbenen schon Jahr und Tag begraben liegen. Das Vorhandensein von Arsenik in denselben verrät sich in der Regel schon dadurch, daß dieselben wenig oder nicht verwest sind, weil das Arsenik ein fäulniswidriges Mittel ist. Bringt man Teile der mit Arsenik infizierten Gewebe in eine Glasröhre und erhitzt dieselbe an einem Ende, so schlägt sich an dem andern, kälteren Ende Arsen als spiegelndes, graues Sublimat nieder. Diese Erscheinung nennt man den Arsenspiegel, und die vom Gerichtschemiker gefundenen Vergiftungsnachweise werden den Gerichtsakten, in einem zugeschmolzenen Glasrohr verschlossen, beigelegt.

Trotzdem Arsenik ein heftiges Gift ist, vermag doch der Organismus unter bestimmten Verhältnissen sich so an dasselbe zu gewöhnen, daß es ihm nicht nur nicht schadet, sondern sogar eine kräftigende Wirkung auszuüben scheint. In Steyermark herrscht z. B. weitverbreitet die Sitte

des Arsenikessens und es gibt dort Leute, welche Mengen bis zu 3 Gramm, die jeden andern töten würden, ohne Schaden vertragen. Sie werden zum Teil sehr alt, steigen mit weniger Beschwerden die Berge hinan und sehen ganz gesund dabei aus. Hören sie aber mit dem Arsenikessen auf, so beginnen ihre Kräfte rasch zu verfallen. Gewissenlose Kutscher füttern auch die Pferde mit Arsenik, welche dadurch ein sehr gutes Aussehen bekommen, aber beim Aufhören mit der Arsenikfütterung dann ebenfalls erkranken.

Das **Antimon.** In einer Druse zusammengewachsen sehen wir lange, spießförmige Krystalle von grauer Farbe und starkem Glanz, welche den Namen Spießglanzerz leicht erklären. Sie enthalten und liefern das meiste Antimon. In gediegenem Zustand ist es selten rhomboedrisch krystallisiert, sondern tritt meist in derben Massen auf. Die Farbe des reinen Metalls ist weiß wie die des Zinns. Dasselbe verdampft, wenn man es auf glühende Kohlen legt, ist löslich in heißer Salzsäure und Königswasser, verändert sich aber nicht an der Luft. Verwendet wird es zu medizinischen Präparaten und zu Farben, sowie als Beimischung zu Legierungen, z. B. Letternmetall, Britanniametall. (Vgl. Fig. 46.)

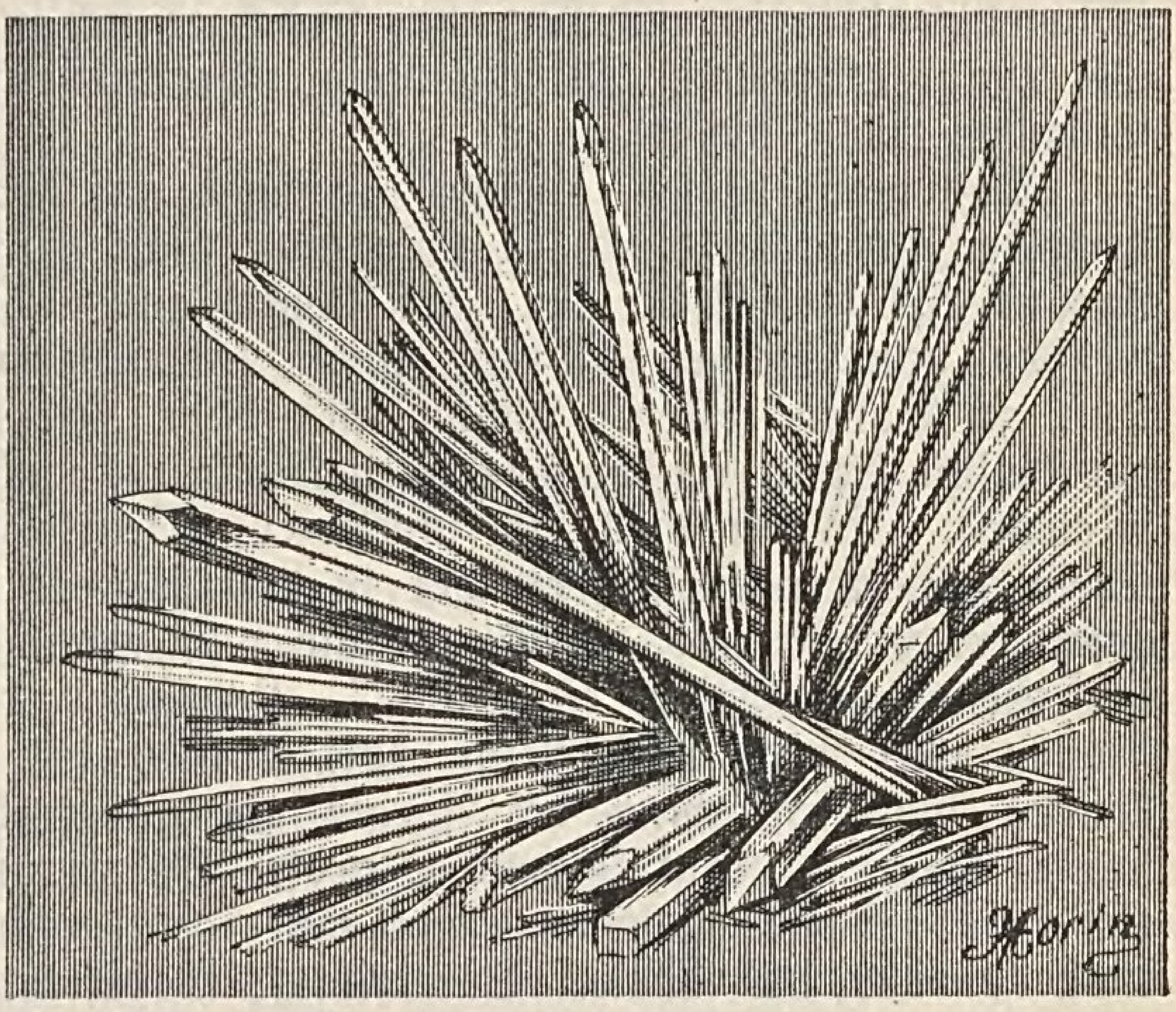


Fig. 46. Spießglanzerz.

Das **Wismut.** Ein rötlich-weißes, stark glänzendes Metall von blättrig krystallinischem Bruch und großer Härte, sowie bedeutender Sprödigkeit. Es ist leicht schmelzbar, verdampft auf glühender Kohle unter Hinterlassung eines gelben Beschlages zu Wismutoxyd und löst sich in Salpetersäure. Wie das Antimon dient es besonders zu Legierungen und zwar zeichnen sich dieselben durch ihre Leichtflüssigkeit aus. Eine Mischung von Wismut, Blei, Zinn und Kadmium im Verhältnis von 4:2:1:1 schmilzt sogar schon bei $60^1/_2{}^0$; eine andere mit etwas Quecksilber gemischte Legierung bei 55^0, so daß man das geschmolzene Metall in der hohlen Hand zu halten vermag, ohne sich zu verbrennen.

Von Wichtigkeit sind solche Legierungen z. B. als Sicherheitsvorrichtung auf Dampfschiffen: wird der Druck in die Hitze zu groß, so schmilzt über einer bestimmten Öffnung die Legierung und erschließt dem Dampf einen Ausweg.

Rückblick. Die Sprödmetalle zerspringen unter dem Hammerschlag und haben in der Hitze wenig Bestand.

Sie finden in der Industrie, namentlich zu Farben und Legierungen, vielfach Anwendung. Eines von ihnen, das Arsen, ist als heftiges Gift bekannt.

Arsen: H = 3,5; G = 5,7.
Antimon: H = 3; G = 6,7.
Wismut: H = 2,5; G = 9,8.

B. Dehnbare Metalle.

Das **Eisen**. Dieses wichtigste aller Metalle kommt merkwürdigerweise gediegen auf der Erde nur sehr selten vor, außer wenn z. B. Steinkohlenflötze in Brand geraten und darüber befindliche Eisenerze zum Schmelzen bringen. Dafür aber findet es sich in zahlreichen Verbindungen als Magneteisenstein, Roteisenstein, Brauneisenstein, Spateisenstein und Eisenkies (siehe diese!).

Das meiste Eisen, welches gediegen auf der Erdoberfläche oder nahe derselben gefunden wird, ist überhaupt nicht irdischen Ursprungs, sondern stammt aus dem Weltraum. Es kommt gar nicht selten vor, daß größere Massen von Steinen plötzlich unter sonderbaren Erscheinungen aus der Luft zu Boden fallen. Schon aus alter Zeit sind solche Fälle bekannt; der heilige Stein in der Kaaba zu Mekka ist wahrscheinlich auch ein solcher Meteorit. Es ist dies ein schwarzer, Hadschar el Aswad genannter Stein von 2 m Höhe, welcher in der Südecke der heiligen Moschee eingemauert wurde und der Sage nach vom Himmel gefallen sein soll. Zu Ensisheim im Elsaß fiel am 7. November 1492 ein Meteorstein zu Boden und wird noch heute dort aufbewahrt. Am 26. Mai 1751 zersprang über Hraschina bei Agram ein glänzendes Meteor unter furchtbarem Knall, worauf sausend 2 große Steinmassen herabstürzten und sich tief in den Boden bohrten. Das eine im Gewicht von 40 kg befindet sich noch heute in der Wiener Sammlung; es besteht aus fast reinem Meteoreisen und zeigt durch eigentümliche Zusammensetzung Zeichnungen, welche an damascierten Stahl erinnern. Solches Meteoreisen galt im Orient als besonders wunderkräftig, so daß die Fürsten sich mit Vorliebe Schwerter aus diesem nur sehr schwer zu bearbeitenden Stoffe verfertigen ließen.

Trotz aller durch Zeugen bekundeter Beobachtungen glaubte doch die Gelehrtenwelt noch immer nicht an die Möglichkeit, daß wirklich Steine und zuweilen sogar Eisen vom Himmel fallen sollten, obgleich 1552 ein Steinregen in Thüringen sogar das Leibpferd des Fürsten tötete. Als 1790 zu Juillac in der Gascogne ein großartiger Meteoritenfall erfolgte und die Gemeinde sogar ein Protokoll darüber an die französische Akademie einsandte, spottete diese über die Dummheit der Bauern. Da fielen am 26. April 1803 unter Gewittererscheinungen eine solche Masse von Steinen zu Aigle in der Normandie (gegen 3000) zu Boden, und nun waren auch die letzten Zweifel über die Möglichkeit eines solchen Ereignisses widerlegt.

Diese zwar nicht immer, aber doch häufig aus Eisen bestehenden Boten aus dem Himmelsraum rühren von Meteoren her und hängen wahrscheinlich mit der bekannten Erscheinung der Sternschnuppen zusammen. Diese letzteren treten in gewissen Nächten des Jahres (Laurentiusnacht, 9.—13. August) am häufigsten auf und sind vielleicht die Trümmer zerfallener Kometen, deren Bahn die Erde passiert. Sobald sie in die Atmosphäre der letzteren gelangen, geraten sie durch Reibung an der Luft

ins Glühen, da sie mit außerordentlicher Schnelligkeit dahinfliegen; häufig zerspringen sie alsdann unter heftigem Knall, und von den wenigsten findet man überhaupt die kleinen Spuren, die bis auf den Boden herabgelangen.

Eisenerze.

Der **Magneteisenstein.** Wir sehen in Chloritschiefer eingewachsen schwarze Oktaeder von sehr regelmäßiger Ausbildung, zuweilen auch doppelt zusammengewachsen. Sie besitzen einen Metallglanz und wenn wir eine Magnetnadel in die Nähe derselben bringen, gerät sie in Bewegung. Diese Krystalle sind eine Verbindung von Eisen und Sauerstoff im Verhältnis von 72 : 28. Wenn wir sie stark glühen, werden sie rotbraun und wirken nicht mehr auf die Magnetnadel ein. Setzt man die Erhitzung auf glühender Kohle fort, so entweicht aller Sauerstoff, und reines Eisen schmilzt aus.

Dieses für die Eisengewinnung sehr wichtige Mineral kommt im Granit, Serpentin, Chloritschiefer, überhaupt in plutonischen Gesteinen (s. diese!), seltener in Marmor vor, zuweilen auch in losen Körnern als Magneteisensand. Wichtig ist es für Norwegen, Rußland und Nordamerika, findet sich aber auch in Deutschland; z. B. in mächtigen Lagern zu Breitenbrunn in Sachsen.

Magneteisenstein ist Eisenoxyd-Oxydul. ($Fe_3O_4 = FeO + Fe_2O_3$). $H = 6$. $G = 5$.

An diesem Mineral hat man zum ersten Mal die merkwürdige Eigenschaft des Magnetismus kennen gelernt, welche übrigens nicht an jedem Magneteisen bemerkbar ist. Bestreicht man einen Stahlstab mit Magneteisen, so teilt sich auch ihm diese Eigenschaft mit, er zieht Eisenfeilspäne an seinen beiden Enden an, und wenn man ihn an einem Faden wagrecht aufhängt, so dreht er sich, bis er einer Linie von Norden nach Süden folgt. Da sich die magnetische Eigenschaft jedem angezogenen Eisenstückchen mitteilt, kann man eine ganze Reihe derselben aneinander hängen. Entfernt man aber nun den ersten wirklichen Magnet, so lösen sich alle Stückchen wieder voneinander. Weiches Eisen verliert also seine magnetische Eigenschaft wieder, während der **Stahl**, einmal magnetisch geworden, dieselbe beibehält.

Am stärksten sind die hufeisenförmigen Magnete, weil bei ihnen beide Pole einen eisernen Gegenstand zugleich festhalten. Man kann auch ihre Tragkraft durch allmähliche Steigerung der zu tragenden Last erhöhen.

Die Eigenschaft der Magnetnadel, sich mit einem Pole beständig nach Norden zu drehen, hat zur Erfindung des Kompasses geführt und dadurch erst eine Bereisung ausgedehnter, ebener Flächen, wie Meer und Wüste, ermöglicht. Auch diese Erfindung gebührt den Chinesen; sie benutzten sogar schon im 3. Jahrhundert nach Christus den Kompaß bei Befahrung des indischen Ozeans. Im griechischen Altertum kannte man zwar nicht den Kompaß, wohl aber die magnetischen Eigenschaften des Erzes, welches seinen Namen von der lydischen Stadt Magnesia erhielt. Lukrez berichtet, daß von den Decken der Tempel eiserne Ketten herabhingen, deren Glieder nur durch magnetische Kraft zusammenhielten. In Europa wird der Magnetstein zum ersten Mal bei der Entdeckung Islands erwähnt; man hing ihn an einem Faden auf und nannte in Leitar (Leitstein). Nach Südeuropa soll der berühmte Reisende Marco Polo 1260 seine Kenntnis gebracht haben. Bis tief ins Mittelalter hinein erhielt sich die Sage von

Magnetbergen im Meere, welche den sie Besteigenden an den Schuhnägeln festhalten und aus den Schiffen das Eisenwerk herausziehen sollten, daß sie auseinanderfielen. Diese Geschichten trugen viel dazu bei, die Furcht vor den unbekannten Gefahren des großen Ozeans zu erhöhen, und Kolumbus erschrak nicht wenig, als er auf seiner Reise nach dem neuen Erdteil die Meridianabweichung der Magnetnadel entdeckte, welche die Chinesen schon 400 Jahre vor ihm bemerkt hatten.

Gegenwärtig stellt man Magnete von gewaltiger Größe für elektrische Beleuchtungsmaschinen her und weiß auch, daß ein von elektrischen Strömen umflossenes Eisenstück sich während der Dauer der letzteren in einen Magnet verwandelt. Bei einem Versuch in der österreichischen Armee stellte man aus 2 Gußstahl-Kanonen und einem Bündel Stahlstäben mit Hilfe des elektrischen Stromes einen Magnet von solcher Stärke her, daß ihm niemand ein Eisenstück zu entreißen vermochte. Dieselben wurden den Leuten buchstäblich aus den Händen gerissen, sobald sie in die Nähe desselben kamen, und Taschenuhren blieben schon in einiger Entfernung von dem Magnet stehen, weil sich Stahlrädchen und Zeiger verbogen.

Der **Roteisenstein** oder **Hämatit.** Wir sehen vor uns 2 ganz verschiedene Formen, die aber aus demselben Mineral bestehen. Die erstere, der **Eisenglanz**, ist stark glänzend, tafelartig, rhomboedrisch krystallisiert und von eisengrauer Farbe. Eine Varietät davon, der **Eisenglimmer,** besteht aus feinen Schüppchen und zeichnet sich durch besonders starken Glanz aus.

Die zweite Form ist ziegelrot bis blutrot, von derber Struktur und zeigt einen blutroten Strich. Hierher gehören das nierenförmige oder traubige, auch als Stalaktit (s. d.) auftretende Roteisenerz von faseriger Struktur, der sogenannte **rote Glaskopf,** ferner der langfaserige, oft keilförmige **Blutstein** und der weiche, stark mit Thon untermischte **Rötel.**

Der **Eisenglanz** kommt schön krystallisiert in Sachsen, auf Elba und der skandinavischen Halbinsel vor; der **Eisenglimmer** bei Fichtelberg; der **Rötel** in den bayerischen Alpen.

Zunächst dienen diese Erze der Gewinnung des Eisens, der Blutstein aber auch als Schleif- und Poliermittel, sowie als Farbe, während der Rötel ein zu gewissen Zwecken (Lithographie) viel gebrauchtes Zeichenmaterial liefert.

Der **Brauneisenstein,** ein dunkelbraunes Mineral von faseriger Struktur, welches in trauben- oder nierenförmigen Gestalten vorkommt und auch als Stalaktit erscheint (**brauner Glaskopf**). Zuweilen ahmt es durch Ausfüllung die Formen anderer Krystalle nach, ist also pseudomorph (siehe dies!). Häufig ist es mit Thon untermischt, wie das **Raseneisenerz** oder **Sumpferz** (Limonit, von griechisch Leimōn, Sumpf). Dieses hat seinen Namen davon, daß es sich in sumpfigem Boden aus eisenhaltigem Wasser abgesetzt hat. In kleinen, abgerundeten Stücken erscheint das **Bohnerz.** Zuweilen bildet dieses Material ei- oder kugelförmige, innen hohle Körper, in denen auch oft noch ein loser Kern liegt. Es sind dies die sogenannten **Klappersteine.**

Erhitzt man ein Stückchen Brauneisenstein in einem Probiergläschen, so entweicht Wasserdampf, und das Mineral wird rotbraun wie frischer Rost; der Strich ist gelblich-braun.

Dieses, in Bayern z. B. im Fichtelgebirge und bei Amberg vorkommende Mineral wird zunächst zur Gewinnung des Eisens verwendet. Wo es sich

sehr stark mit erdigen Bestandteilen vermischt findet, ruft es eine rote Färbung des Bodens und der denselben durchfließenden Gewässer hervor. Der **Lehm** ist z. B. nichts anderes als Thon mit beigemengtem Brauneisenstein. Beim Erhitzen in Roteisenstein übergehend, ruft er eine auffallende Rotfärbung der daraus gebrannten Ziegel hervor.

Eine erdige Varietät des Brauneisensteins ist denen, welche sich mit Malen beschäftigen, wohl bekannt; es ist die gelbe Farbe terra di Siena, welche besonders zu Lasuren verwendet wird. Durch Brennen erhält sie einen sehr warmen, roten Ton.

Ein Erz, welches sehr viel Eisen enthält, ist der **Eisenkies** oder **Pyrit** (siehe dies!). Doch kann es nicht darauf ausgebeutet werden, weil es schwefelhaltig ist und nur brüchiges Eisen liefern würde.

Magneteisen: Eisenoxyd und -Oxydul ($Fe_3O_4 = FeO + Fe_2O_3$). $H = 6$ $G = 4{,}5$; bis 72% Eisengehalt.

Roteisenstein oder Hämatit (von gr. haima, Blut): a) Eisenglanz ist reines Eisenoxyd (Fe_2O_3): $H = 5$—$6{,}5$; $G = 5$—$5{,}3$; b) Roteisenerz: $H = 3$—5; $G = 4{,}5$—$4{,}9$.

Brauneisenstein ist Eisenoxyd mit Wasser (Hydroxyd): $H_6Fe_4O_9$, doch viel verunreinigt. $H = 5$; $G = 3{,}5$—$3{,}9$.

Außerdem ist der **Spateisenstein**, ein kohlensaures Eisen, zur Gewinnung des Metalles viel benutzt. Dieses gelblich-graue bis braune Mineral, welches an der Luft zu Brauneisenstein verwittert, bildet oft mächtige Lager, wie den Erzberg in Steiermark.

Verarbeitung der Eisenerze.

Die geschilderten Eisenerze werden in einem Hochofen dem Schmelzprozeß unterworfen (Fig. 47). Ein solcher Ofen kann bis 10 m Höhe besitzen und wird von oben her abwechselnd mit einer Lage Kohlen und Erzen, sowie Zuschlagsstoffen, welche den Schmelzprozeß erleichtern, beschickt. Von unten her ziehen die reduzierenden Gase durch die ganze Masse hindurch, und in dem Maße, wie die unteren Erzschichten zusammenschmelzen, wird von oben neues Material nachgeschüttet. Dabei treibt ein starkes Gebläse die Feuergase, mit frischer Luft vermengt, beständig durch den Schacht des Ofens empor; unten läßt man dann durch ein Stichloch einzelne Partien geschmolzenen Eisens in Sandformen auslaufen, während die auf demselben schwimmenden Schlacken durch eine andere Öffnung abgelassen werden.

Während dieses Vorgangs findet ein wichtiger, chemischer Prozeß statt: die Erze werden durch Erhitzen reduziert, indem ihnen Sauerstoff und Kohlensäure entzogen werden; zugleich tritt etwas Kohlenstoff in das Eisen, welches sich bei etwa 1000° mit demselben verbindet; dadurch geht es dann in geschmolzenen Zustand über und wird durch die obenauf schwimmende Schlackendecke vor neuer Verbindung mit dem Sauerstoff geschützt. Der Ofen bleibt bis zu seiner Reparaturbedürftigkeit im Gang und kann eine Reihe von Jahren fortwährend in Brand stehen. Wird eine vorübergehende Aussetzung der Arbeit nötig, etwa durch Mangel an Erzen, so dämpft man den Ofen nur durch dichtes Verschließen, ohne ihn „auszublasen“.

Das auf diese Weise erzeugte Roheisen wird zum Guß oder auf Schmiedeisen und Stahl verarbeitet. Das Schmied- oder Stabeisen hat den größten Teil seines Kohlenstoffs durch Oxydation,

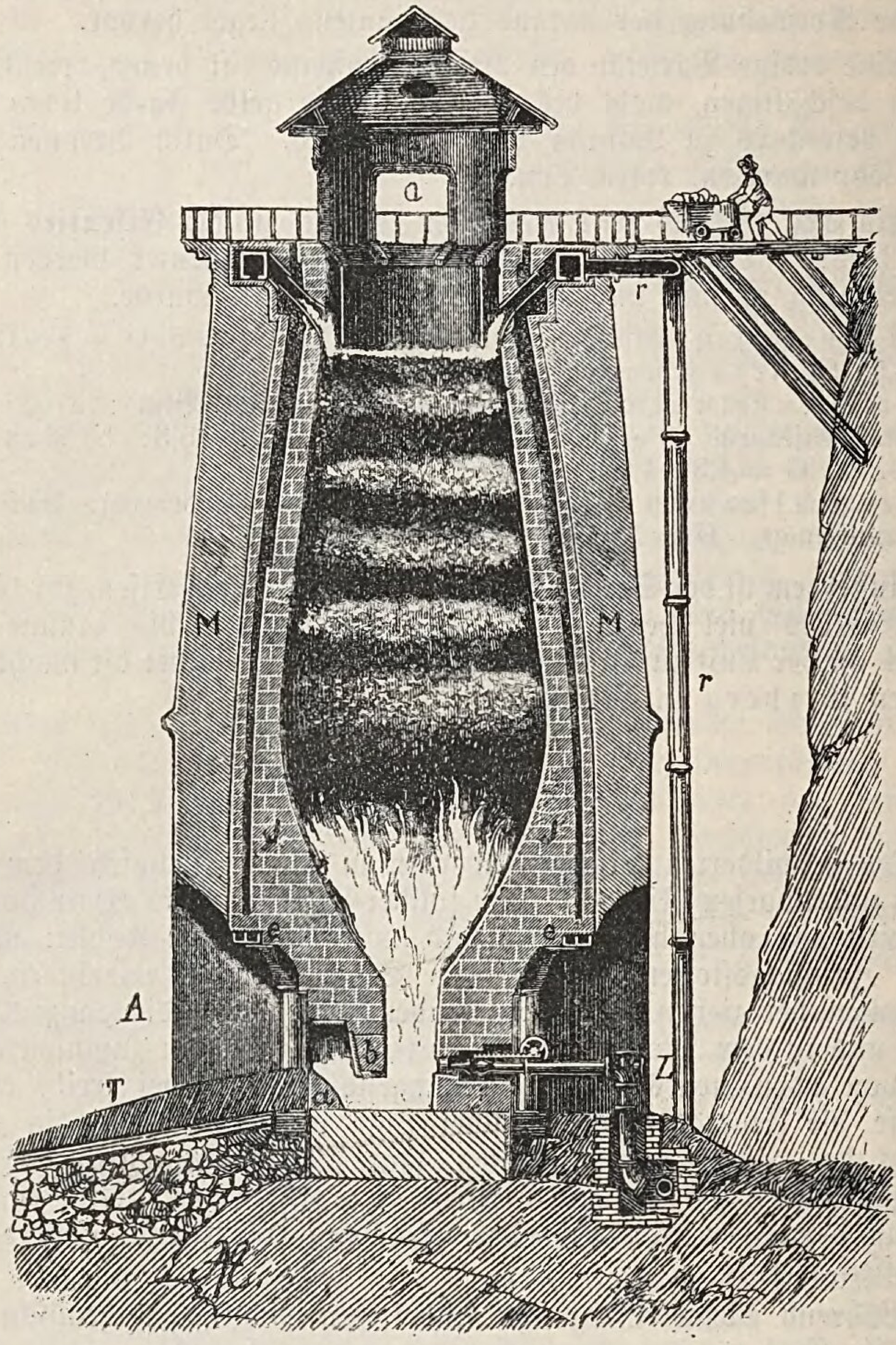


Fig. 47. Hochofen.

Q Einwurfsöffnung (Gicht), darunter die über den Schacht gehängte Glocke, welche die heißen Hochofengase in die Rohrleitung r führt Dieselben dienen hauptsächlich zur Erwärmung der durch das Gebläse L zugeführten Luft. J Mauerung, M äußerer Mantel, durch eine möglichst schlecht wärmeleitende Schicht von J getrennt. e eiserner Ring, welcher das Mauerwerk trägt und auf Säulen ruht. A Gußsaum; zwischen a und b Austritt des geschmolzenen Eisens; T schiefe Ebene zum Abfluß des Metalls.

verloren und man versteht es jetzt, den gewünschten Gehalt an diesem Stoff genau zu regeln. Schmiedeisen ist entweder weich und sehnig oder härter und feinkörnig, je nach seinem Gehalt an Kohlenstoff. Es wird bei 1000° rotglühend, bei 1300° weißglühend; in diesem Zustand kann

man zwei aufeinandergelegte Stücke durch Hämmern vereinigen (schweißen). Sehniges Eisen wird bei heftigen Erschütterungen, namentlich in der Kälte, nicht selten sehr rasch krystallinisch und veranlaßt hierdurch zuweilen den Zusammenbruch von Eisenbahnbrücken, das Reißen von Ketten u. s. w. Der Stahl steht bezüglich des Gehaltes an Kohlenstoff in der Mitte zwischen Roh- und Schmiedeisen; er läßt sich schmelzen wie das erstere und schmieden wie das letztere, besitzt aber die eigentümliche Fähigkeit, bei langsamer Abkühlung weich zu bleiben, bei schneller bedeutend zu erhärten. Davon hängt seine Verwendung zu Werkzeugen ab, welche durch entsprechende Behandlung zum Biegen, Formen u. s. w. zuerst durch Glühen erweicht, dann nochmals erhitzt und durch plötzliches Abkühlen in einer Flüssigkeit erhärtet worden. Diese Härte läßt sich bis zu einem hohen Grade steigern; englische Feilen und Stahlrädchen ritzen sogar das Glas, und letztere werden zum Glasschneiden wie Diamant benutzt.

Eigentümlicher Weise zeigt der Stahl unter verschiedenen Temperaturen ganz bestimmte Anlauffarben, nach welchen geübte Arbeiter seine Härte beurteilen können. Bei 220° wird er blaßgelb (chirurgische Instrumente), bei 230° strohgelb (Rasiermesser), bei 255° braun (Scheren, Meißel), bei 265° braun und rotgefleckt (Äxte, Hobeleisen), bei 277° purpurn (Tischmesser), bei 288° hellblau (Säbelklingen, Uhrfedern), bei 293° kornblumenblau (Sägen und Fechtrapiere), bei 316° schwarzblau (Stichsägen); die größte Härte deutet die blaßgelbe Farbe an. Durch Schleifen verschwinden die Farben, welche auf Bildung eines feinen Oxydhäutchens beruhen. Soll der Stahl zu Magneten verarbeitet werden, so mischt man ihm etwas Wolfram bei, worauf er die magnetische Eigenschaft viel länger behält und auch bedeutend härter wird.

Man stellt den Stahl her, indem man entweder dem geschmolzenen Roheisen Kohlenstoff entzieht (Flußstahl) oder dadurch, daß man Roh- und Schmiedeisen zusammenschmilzt (Martinstahl). Das erstere Verfahren weist großartige Leistungen auf, indem z. B. auf einer amerikanischen Werft in Pittsburg zwei sogenannte Bessemerbirnen binnen 24 Stunden in 53 Güssen 352 Tonnen à 1016 kg Stahlbarren lieferten.

Reines Eisen findet sich höchst selten im Gebrauch, z. B. zu Klavierdraht; in diesem Zustand ist es fast silberweiß und 7,8 mal schwerer als ein gleicher Raumteil Wasser. In trockener Luft erhält es sich unverändert, in feuchter entsteht bald eine Verbindung mit Sauerstoff, der Rost. Sehr schnell bildet sich Rost unter dem Einfluß von Salzsäure oder salzhaltigem Wasser; gußeiserne Röhren werden mitunter durch Wucherungen von Rost geradezu verstopft. Bringt man Eisen mit Zink in metallische Berührung, so wird es besser vor Rost geschützt, weil letzteres den Sauerstoff auf sich nimmt. Man schützt in freier Luft befindliches Eisen durch Ölung, Anstrich mit Ölfarben, Email oder durch Überziehen mit anderen Metallen, z. B. die verzinkten Telegraphendrähte. Das Brünieren der Gewehrläufe besteht in der Bildung einer feinen Schicht von Eisenoxyd, welche ein weiteres Angreifen des Metalles verhindert.

Bedeutung des Eisens.

Das Eisen ist in der Natur weit verbreitet und findet sich auch in den organischen Körpern, für welche es ein sehr wichtiger Stoff ist. Ohne die Gegenwart des Eisens vermag keine Pflanze Blattgrün zu bilden; das

Eisen gibt dem Blut im Körper der Menschen und Tiere seine rote Farbe. Bei Bleichsucht dienen eisenhaltige Stoffe daher als Arznei.

Würde man den Wert der Metalle nach ihrem Nutzen berechnen, so müßte das Eisen unter allen den ersten Platz erhalten. Seine Anwendung ist eine geradezu unbegrenzte. Eiserne Brücken überwölben breite Ströme; auf Eisenschienen rollen die eisernen Räder des Dampfzuges; eiserne Schiffe durchkreuzen den Ozean, und Eisenträger stützen die Häuser in den Großstädten, während eiserne Röhren tief in der Erde Wasser und Gas nach allen Richtungen leiten. Die Menge dieses Metalls, welche ferner in Gestalt von Maschinen im Dienste des Menschen zur Herstellung aller möglichen Gegenstände verwendet wird, ist geradezu unberechenbar.

Großartig ist die Verwendung des Eisens zum Zweck des Verkehrs. Im Jahre 1885 umfaßte das gesamte Eisenbahnnetz der Erde eine Strecke von 463000 km, wovon in Europa 190134 (Deutschland 39141), in Amerika 235066 km mit Eisenschienen belegt waren. Eine Meile Eisenbahnschienen wiegt ungefähr 10500 Ztr., und alljährlich müssen gegen 500 Zentner wegen der Abnutzung auf der Meile neu ergänzt werden. Die Eisenbahnen der Erde verbrauchen im Jahr 42 Mill. Ztr. Eisen.

Eine große Menge Eisen verbraucht das Kriegswesen. Schon im Mittelalter bedurfte man Eisen und Stahl nicht nur zur Herstellung der Angriffswaffen, sondern auch zu Schilden, Rüstungen, Helmen 2c., in deren Herstellung namentlich die deutschen Waffenschmiede durch kunstvolle Arbeit einen Weltruf besaßen. Heute ist man von diesen Schutzmitteln abgegangen, weil sie den neuen Geschossen gegenüber doch machtlos sind und den Mann nur unnötig beschweren. Schlägt doch eines der neuen Langbleigeschosse durch Brust und Rückteil eines Kürasses glatt hindurch, ohne denselben auch nur von dem Stuhl herabzuwerfen, auf den man ihn gestellt hatte.

Dafür panzern sich aber jetzt jene gewaltigen Kolosse von Kriegsschiffen, welche fortwährend die Meere durchfurchen, um die Flagge ihrer Nation in fernen Gegenden zu schützen. Ein solches Schiff stellt ein mit Stahlplatten von 30 cm Dicke bekleidetes, eisernes Haus vor mit Türmen von Eisen, welche drehbar sind und mächtige Geschütze enthalten, mit eisernen Masten, die im Fall eines Kampfes perspektivartig zusammengeschoben werden. Vorne befindet sich ein stählerner Rammsporn, mit welchem diese schwimmenden Riesen einander in den Grund zu bohren suchen, ganz wie es schon die Römer mit dem Schiffsschnabel, dem Rostrum, gethan.

Diesen Panzern gegenüber wuchsen aber auch die Geschütze und ihre Leistungsfähigkeit ins riesige, sobald man auch bei ihrer Herstellung den Stahl verwendete. Auch hier ist es wieder eine deutsche Firma, Krupp in Essen, welche die großartigsten Leistungen aufweist. Eine Granate von 160 kg und 75 kg Pulverladung durchschoß 51 cm dicke Eisenplatten glatt und flog dann noch 2200 m weiter. Solche Geschütze wären im stande, ihre fast mannshohen, zuckerhutförmigen Geschosse über einen Berg wie der Montblanc vom Thale aus noch 2000 m höher als dessen Spitze hinüberzuwerfen.

Das Bestreben nach guten Waffen in kriegerischen Zeiten hat nicht wenig zur Entwickelung der Stahlschmiedekunst beigetragen. Weil die Herstellung einer guten Klinge bei dem früher allein gebräuchlichen Schmiedeprozeß über Kohlen viel Mühe und Geschick erforderte, stand eine solche

sehr hoch im Preis, wurde von ihrem Besitzer sorgfältig aufbewahrt, oft mit Gold und Steinen geschmückt und erhielt ihren Namen wie ein kostbares Pferd. Schon die alte germanische Sage von Wieland dem Schmied erzählt, wie jener mehrmals eine Schwertklinge wieder zerfeilt, den Staub dem Vogelfutter beigemischt und den gesammelten Dünger wieder in den Ofen geworfen habe, um das Eisen aufs neue zusammenzuschweißen, und wie er schließlich eine Waffe von solcher Schärfe erhielt, daß sie einen auf dem fließenden Wasser treibenden Wollballen zerschnitt. Manche Waffe ist in Sagen und Liedern genannt, wie Siegfrieds Schwert Balmung, Rolands Durandarte und die historische, noch erhaltene Tizona des spanischen Nationalhelden Cid.

Homer kennt nur Bronzeschwerter mit zweischneidiger Klinge, die von Schliemann zu Mykenä ausgegrabenen sind 80 cm lang und nur auf den Stoß berechnet. Die Spartaner trugen einschneidige, messerförmige Schwerter (machaira), auch die Römer hatten anfangs einschneidige Klingen ohne Spitze (ensis), nahmen aber nach der Schlacht bei Cannae das lange, auch zum Stich eingerichtete, spanische Schwert (gladius) an. Als sie die Überlegenheit des, oft bis 1,40 m langen, germanischen Schwertes kennen lernten, führten sie eine ähnliche Waffe (spatha) ein. Dieses schilfblattförmige Schwert erwarb sich in der Hand der deutschen Stämme während der Völkerwanderung einen gefürchteten Namen und wurde an Größe nur durch den gewaltigen Flamberg mit wellenförmiger Klinge übertroffen, den die Landsknechte mit beiden Händen führten.

Im Orient entwickelte sich die krumme Form der Hieb- und Stichwaffe, der Säbel, und zugleich lernte man dort den Stahl in einer eigentümlichen Weise bearbeiten, so daß beim Schleifen eigentümlich gewundene Linien (damask) auf dem Metall sichtbar wurden. Diese „Damaszenerklingen" erwarben sich ihrer ausgezeichneten Eigenschaften wegen große Berühmtheit und werden mit den höchsten Preisen bezahlt.

In Deutschland waren Waffenschmiede von bestem Ruf schon im 14. Jahrhundert zu Passau und ihre, mit einem Wolf gestempelten Klingen stehen den berühmten Toledanern wenig nach. Die großartigsten Fabriken von Stahlklingen, sowohl von Hieb- und Stichwaffen, als von Messern und Scheren, befinden sich zu Solingen in Rheinpreußen. Sie wurden schon im 12. Jahrhundert begründet und versorgen jetzt den Neger in Südafrika ebensogut wie den Europäer mit dem Klingenbedarf für Krieg und Frieden.

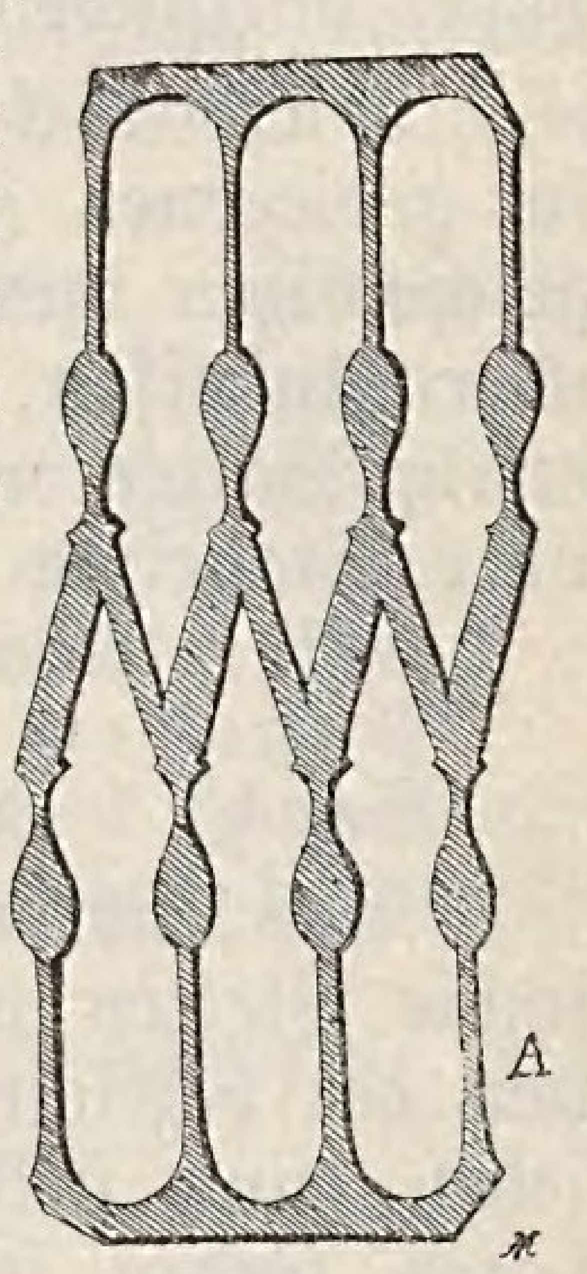
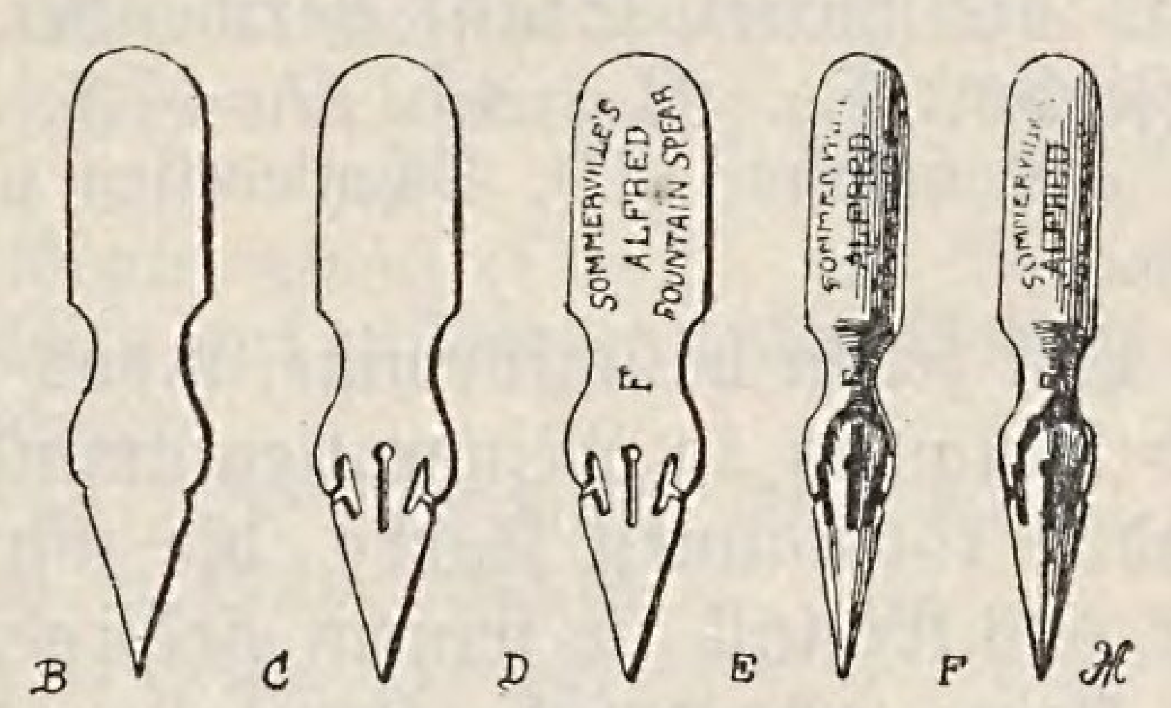



Fig. 48. Entstehung einer Schreibfeder.
A Blechausschlag. B Erste Form nach dem Ausschlagen. C Lochen. D Stempeln. E Runden. F Spalten und Schleifen.

Nicht zu unterschätzen sind die Mengen von Stahl, welche die Federfabrikation und die Fertigung der Nähnadel verbrauchen. Die Fig. 48 gibt eine Uebersicht der verschiedenen Stufen, welche eine Stahlfeder zu durchlaufen hat, bis sie fertig ist. Zuerst werden aus einem dünnen Stahlblättchen

mit Maschinen die Formen ausgeschlagen, dann mit den Seitenöffnungen und dem Aufdruck versehen, hierauf gerollt, gespalten und geschliffen. Gegenwärtig gibt es 18 Stahlfederfabriken, welche zusammen fast 40 Mill. Stück in einer Woche herstellen.

Eine weitere Figur (49) zeigt die Entstehung einer **Nähnadel** unter Einwirkung von Maschinen aus Stahldraht, eine Technik, welche gleichfalls wie auch die Herstellung der Nägel große Mengen Metall alljährlich verschlingt.

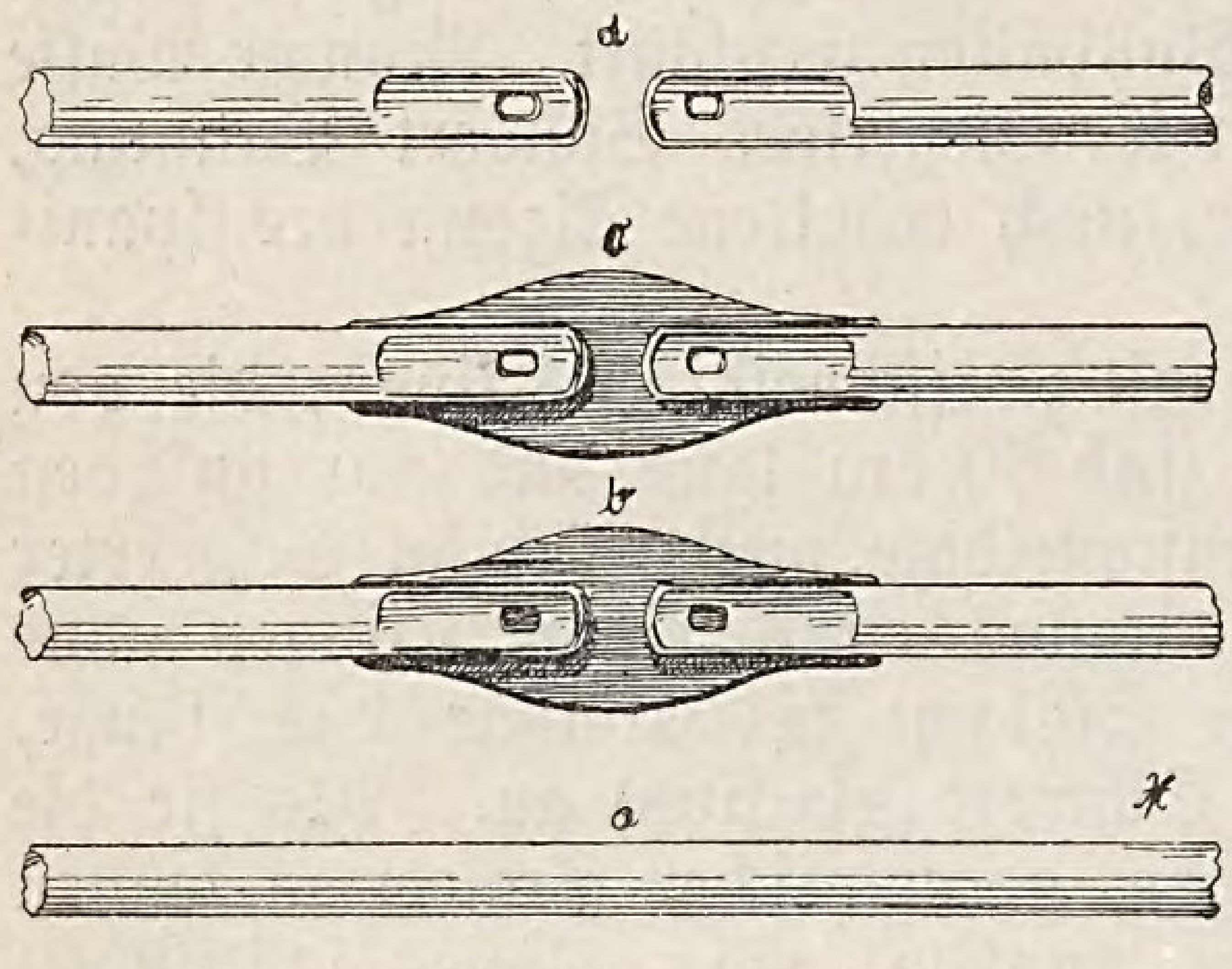


Fig. 49. Entstehung der Nähnadeln. a Stahldraht. b Stanzen. c Lochen. d fertige Nadeln.

Es ist ein Glück für den Menschen, daß dieses so überaus wichtige Metall in einer Menge auf der Erde vorkommt, deren Erschöpfung dem Menschen nicht möglich wird. Gold, Silber und Edelsteine könnten wir entbehren, das Eisen aber nicht.

Die Kenntnis des Eisens stammt schon aus alter Zeit; die Ägypter benutzten schon mehrere Jahrtausende vor Christus Werkzeuge aus diesem Metall. Zur Zeit Homers war es noch ein kostbarer Stoff, denn Achilles bestimmte nach ihm ein Stück veilchenblau angelaufenes Eisen als Preis für die Bogenschützen. Die Römer gruben Eisenerz bereits auf Elba und in Steiermark. Alles Eisen des Altertums war nur stahlartiges, schmiedbares Eisen; leicht schmelzbares, an Kohlenstoff reiches Eisen kannte man noch nicht. Erst um 1490 wurde der Hochofenbetrieb und damit das Schmelzen des mit Kohlenstoff gesättigten Eisens erfunden, ohne daß man freilich einen Begriff von den dabei stattfindenden Vorgängen hatte.

Rückblick: Eisen ist das wichtigste Metall der Erde; es wird nie im gediegenen Zustand gewonnen, sondern aus seinen Erzen im Hochofen geschmolzen und als körniges, schmelzbares, aber nicht schmiedbares **Roh-** oder **Gußeisen**, als sehniges, zähes, nicht schmelzbares, aber durch Hämmern, Walzen und Ziehen zu Blech und Draht zu verarbeitendes **Schmied-** oder **Stabeisen** und als harter **Stahl** verwendet.

Eisen: chem. Zeichen: Fe. $H = 4{,}5$, $G = 7{,}8$.
Gußeisen: 5% Kohlenstoff (C), Schmiedeisen unter 1%.
Stahl 1—2%.

Das **Kupfer**. Wir sehen baumförmige, moos- und drahtartige Gestalten sowie Platten und Klumpen in Mineraliensammlungen; diese Stücke sind von der bezeichnenden rotbraunen Farbe, die wir an unsern Kupfermünzen sehen, und stellen das Metall in seinem gediegenen Zustande vor. Sehr selten finden sich kleine oktaedrische Krystalle; dagegen treten in älteren Formationen der Erdrinde oft sehr große Massen gediegenen Kupfers auf.

Am oberen See in Nordamerika finden sich Kupfergänge von mehr als 4 m Mächtigkeit; dort sind schon Klumpen von mehr als 15000 Ztr. Gewicht gegraben worden. Auch bei uns kommt gediegenes Kupfer vor (Rheinbreitenbach). Doch sind diese Vorkommnisse gering gegenüber dem ergiebigen Kupferbergwerk von Fahlun in Schweden.

Außerdem gewinnt man Kupfer auf einem ziemlich umständlichen Wege aus seinen schwefelhaltigen Erzen (Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz) und aus den sauerstoffhaltigen Erzen, zu denen der schon behandelte Malachit und die Kupferlasur, sowie das Rotkupfererz gehören.

Kupfererze.

a) Sauerstoff-Verbindungen.

Malachit siehe Seite 19.

Kupferlasur siehe Seite 20.

Rotkupfererz oder **Cuprit** (v. Cuprum, Kupfer). Ein schönes Erz von hellroter Farbe und sehr starkem Glanz, welches einen bräunlich-roten Strich gibt und in körnigen oder dichten Massen, aber auch in kleinen Oktaedern krystallisiert vorkommt. Es ist durchscheinend oder undurchsichtig. Dieses zur Kupfergewinnung verwendete Erz findet sich in Frankreich, im Ural und bei Rheinbreitenbach.

b) Schwefelhaltige Erze.

Kupferkies. Ein gewöhnlich derb, in kugel- oder nierenförmigen Massen vorkommendes, selten tetragonal krystallisierendes Mineral. Die prächtige goldgelbe oder messinggelbe Farbe, der lebhafte Metallglanz rufen sehr häufig bei den Findern eines solchen Erzes den Glauben hervor, auf Gold gestoßen zu sein, und haben deshalb schon manchem eine unliebsame Täuschung bereitet. Doch kennt man es an dem dunklen Strich, sowie bei Behandlung mit Säure.

Dieses häufigste und für die Kupfergewinnung wichtigste Erz findet sich in Deutschland nicht selten, so in der Provinz Westfalen, bei Freiberg in Sachsen und im Harz, auch in Tirol.

Buntkupfererz. Auffallend durch seine sehr bunte, rot und blau schimmernde Oberflächenfarbe, während es auf frischem Bruch rotbraun erscheint und einen schwarzen Strich gibt. Fundstellen sind in Sachsen, Thüringen, sehr viele in Amerika.

Kupferglanz. Ein bleigraues, mattglänzendes Mineral, welches sich bei Erprobung des Striches als milde erweist, d. h. die losgetrennten Teilchen bleiben liegen. Erhitzen wir es, so schmilzt es unter Bildung von schwefliger Säure, ohne Rauch zu entwickeln.

Malachit ist ein basisches Kupfercarbonat ($CuCO_3 + CuO_2H_2$). $H = 3—4$, $G = 4$.

Rotkupfererz ist Kupferoxydul (Cu_2O), hat 89 % Kupfer, 11 % Sauerstoff. $H = 3{,}5$; $G = 6$. Wird auf glühender Kohle schwarz und schmilzt zu einem Kupferkorn; löst sich in Säuren.

Kupferkies ($CuFeS_2$) 35% Kupfer, 30% Eisen, 35% Schwefel. $H = 3{,}5 — 4$; $G = 4{,}3$. Löslich in Salpetersäure.

Buntkupfererz: Cu_3FeS_3. $H = 3$, $G = 5$.

Kupferglanz: (Cu_2S). $H = 2{,}5$; $G = 5{,}7$.

Vorwiegend kupferreich sind auch die Fahlerze, welche hauptsächlich in chemischem Gehalt sehr abwechseln.

Eigenschaften des Kupfers.

Reines Kupfer ist eigentümlich rot, in sehr dünnen Blättchen violett durchscheinend. Geschmolzenes Kupfer zeigt grüne Farbe. Nach Gold

und Silber ist Kupfer das geschmeidigste Metall und zeigt große Festigkeit; ein 2 mm dicker Draht reißt erst bei einer Belastung von 137 kg, vermag also über 2½ Ztr. zu tragen. Unmittelbar vor dem Schmelzen läßt sich dieses Metall pulverisieren; erhitzte Stücke können zusammengeschweißt werden. Wie das Eisen an feuchter Luft rostet, so überzieht sich auch das Kupfer mit grünem Kupfercarbonat. Diese Patina oder Edelrost zeichnet vor allem die aus dem Altertum stammenden Bronzegüsse aus und bildet sich noch heute vor unseren Augen an den im Freien stehenden Erzstatuen, vorausgesetzt, daß die Luft frei von Rauch ist. In großen Städten kommt es daher nur dann zur Bildung dieser hochgeschätzten, ein Kunstwerk zierenden Patina, wenn die Metallfläche durch Abwaschen reingehalten wird.

Nicht zu verwechseln ist die Patina mit dem Grünspan. Dieser ist eine grüne Kupferfarbe, welche unter Einwirkung von Luft und Essigdämpfen auf Kupfer entsteht.

Wenn wir ein Stück Kupfer, z. B. eine Scheidemünze, erhitzen, so läuft es erst regenbogenfarbig an, wird dann braun (durch Bildung von Kupferoxydul) und bedeckt sich endlich mit einem schwarzen Überzug, welcher aber so locker sitzt, daß er beim Hämmern abspringt. Man nennt ihn deshalb Kupferhammerschlag. Eine Kupfermünze, in Salpetersäure geworfen, löst sich schnell (unter Entwickelung von Stickstoffoxyd). Auf einer in die Lösung getauchten Stricknadel schlägt sich das metallische Kupfer alsbald wieder nieder. Die Lösungen des Kupfers in Säuren zeigen lebhaft grüne oder blaue Farben.

Die Verwendung des Kupfers.

Das Kupfer findet ausgedehnten Gebrauch. Seine Anwendung zu Geschirren hat gegenwärtig allerdings abgenommen, weil man das Metall unter Umständen als sehr schädlich erkannt hat. Sind Kupfergeschirre oder Pfannen, Tiegel 2c. aus Kupferlegierungen, z. B. Messing, längere Zeit in Berührung mit essighaltigen Speisen, so lösen sie etwas Kupfer auf und können Vergiftungsfälle veranlassen. Kocht man die Speisen nur in solchen Geschirren und entfernt sie dann aus denselben, so lange sie noch heiß sind, so kann keine Kupferlösung stattfinden, da der Sauerstoff der Luft, dessen Zutritt hierbei notwendig ist, durch den sich entwickelnden Wasserdampf abgehalten wird; läßt man aber die Speisen darin erkalten, so werden sie gesundheitsschädlich.

Dagegen ist die Anwendung des Kupfers zu Scheidemünzen fast in allen Ländern der Welt gebräuchlich; ferner beschlägt man die Dächer und Türme, die ins Wasser tauchenden Teile der Schiffsrümpfe zum Schutz gegen Bohrwürmer mit Kupferblech. Weiterhin dient es zur Darstellung mehrerer schöner, aber giftiger Farben und wird in großen Mengen zur Herstellung von elektrischen Leitungsdrähten verwendet, wozu es sich seines ausgezeichneten Leitungsvermögens halber trefflich eignet. Auch zu Kunstzwecken, dem Kupferstich und der Radierung, sowie zu Patronen und Zündhütchen wird viel Kupfer verbraucht, während es in den ältesten Zeiten auch zu Waffen und Schmuck benutzt wurde. Am wichtigsten ist aber wohl seine Verwendung zu Legierungen.

Die Bronze ist eine Legierung von Kupfer und Zinn, welche gegenwärtig zu Gußwaren viel Anwendung findet, wenn sie auch als Kanonen-

metall teilweise durch den widerstandsfähigeren Stahl verdrängt worden ist. Die hauptsächlichste Verwendung der Bronze ist die zum Glockenguß. Die Glocke wird zuerst im Thonmodell hergestellt, dann abgeformt und Kern und Mantel hierauf so befestigt, daß zwischen ihnen ein Hohlraum bleibt, welcher der künftigen Glocke entspricht. Ist die Gußmasse flüssig genug, so wird sie durch eine Gußrinne in den Hohlraum geleitet, aus dem die Luft durch geschickt angebrachte Windpfeifen entweicht.

Der Glockenguß ist eine schwierige und umständliche Kunst, und waren deshalb die Meister, welche sie verstanden, hochgeschätzt. Die erste größere Glockengießerei befand sich zu Nola in Campanien, weshalb man die Bezeichnung Campana oder Nola, letztere für kleine Glocken, gebrauchte. Bereits unter Karl dem Großen waren sie in Deutschland bekannt, und man stellte ganze Glockenspiele von harmonischem Klang zusammen. Zu Holland befand sich ein solches mit 26 Glocken, deren größte 2000 kg wog. Bald wetteiferten alle Städte um den Besitz möglichst großer Glocken, und man leistete Erstaunliches in der Herstellung solcher. In Deutschland ist die größte Glocke die Kaiserglocke zu Köln, welche erst nach dreimaligen Guß gelang. Sie hat bei einer Höhe von 3,25 m ein Gewicht von 26250 kg, also 525 Ztr., während die größte Glocke Frankreichs 340 Ztr., die größte in England nur 150 Ztr. wiegt. Die größte Glocke der Welt besitzt Rußland in dem „Zar Kolokol" im Kreml zu Moskau; dieselbe wiegt 201916 kg, also 4038 Ztr. Moskau hatte noch mehrere Riesenglocken, welche aber fast sämtlich bei dem bekannten großen Brand zu Grunde gingen.

Von ausgedehnter Anwendung der Bronze zum Statuenguß zeugt schon die Kunst der alten Griechen und Römer; wenn auch viele Werke dieser Art in den Kriegszeiten zerstört wurden, so hat sich doch noch eine Menge bis in unsere Tage erhalten. Die berühmtesten sind die Statuen Mark Aurels und des Septimius Severus zu Rom, sowie der betende Knabe (Adorante) in Berlin.

Auch im Statuenguß ist von jeher die Neigung zum Riesigen, Gewaltigen hervorgetreten. Das bekannteste Beispiel aus dem Altertum von Bronze- oder Erzguß ist der Koloß von Rhodus, während in der Neuzeit das riesenhafte Standbild der Bavaria zu München von Schwanthaler berühmt geworden ist. Unweit der Stelle, wo einst die Legionen des Varus dahinsanken, hebt jetzt das Riesenstandbild des Cheruskerfürsten das Schwert hoch in die Luft empor, und am Rhein überragt die Statue der Germania, gleichfalls ein Münchner Kunstwerk, den Niederwald als Erinnerung an die glorreiche Zeit der Wiedergeburt Deutschlands. Das großartigste Werk der Neuzeit ist die Kolossalstatue der Freiheit zu New-York, welche zugleich des Nachts eine brennende Fackel als Leuchte emporhält.

Auch unsere Kupferscheidemünzen sind eigentlich eine Art Bronze, da sie aus 95 Teilen Kupfer, 4 Teilen Zinn und 1 Teil Zink bestehen.

Das **Messing** ist eine Legierung von Kupfer und Zink, welche mit schöner, goldähnlicher Farbe Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit verbindet. Je nachdem es mehr Kupfer enthält, wird es hämmerbarer, weicher und feiner, sowie schöner goldfarbig, während ein größerer Gehalt von Zink die Härte und Schmelzbarkeit erhöht und die Farbe heller macht. Diese Legierung findet außerordentlich viel Anwendung zu Blech und Draht, zu allen

feineren Instrumenten, wie Zirkeln, Fernrohren, Mikroskopen u. s. w. Sehr dünnes Messingblech von nur 1/90 mm Dicke gibt das Rauschgold. Eine noch feiner ausgeschlagene Legierung ist das unechte Blattgold.

Weitere Legierungen des Kupfers sind das **Tomback**, eine Mischung von Kupfer und Zink, welche große Goldähnlichkeit besitzt, ferner mit Zink und Nickel das **Neusilber** und **Alpaccasilber.**

Das Kupfer ist nach Gold und Silber dem Menschen am frühesten bekannt geworden und wurde schon 2000 Jahre vor Christus gegossen. Die Griechen hatten zu Homers Zeit kupferne Waffen, Nägel, Thür- und Wagenbeschläge; Bronze und Messing sind gleichfalls früh bekannt geworden. Jetzt beträgt der Kupferverbrauch auf der ganzen Erde ungefähr 5 1/5 Mill. Zentner im Jahr.

Das **Aluminium.** Aus der Thonerde gewinnt man ein Metall, welches in mancher Beziehung einen Vergleich mit den Edelmetallen, namentlich dem Silber, auszuhalten vermag. Das Aluminium hat nahezu die Farbe des Silbers, nur mit einem Stich ins Bläuliche, und besitzt auch ungefähr die Härte dieses Metalls. In Politurfähigkeit kommt es demselben gleich und besitzt auch einen schönen Klang. Vor Silber hat es den Vorzug, an schwefelhaltiger Luft nicht anzulaufen; Geräte aus Aluminium halten sich schöner als silberne. Dagegen ist es in Säuren leicht löslich und wird von organischen Säuren, namentlich bei Gegenwart von Salz, leicht angegriffen, eignet sich daher nicht zu Kochgeschirr. Salpetersäure greift es dagegen nicht an; auch nimmt dieses Metall leicht Überzüge von Gold und Silber an.

All diese Eigenschaften sichern dem Aluminium, welches man erst in jüngster Zeit billiger herzustellen vermag, eine große Zukunft. Besonders kommt hierbei die außerordentliche Leichtigkeit des Metalles in Betracht. Es ist nämlich nur 2 1/2 mal schwerer als ein gleicher Raumteil Wasser, und ein Schlüssel aus Aluminium kommt uns im Verhältnis zu seiner Größe leicht wie eine Feder vor. Besonders verwendet man dieses Metall zu Instrumenten aller Art, bei denen es auf Leichtigkeit ankommt, und aus demselben Grund gebraucht man es auch mehr und mehr zur Ausrüstung der Soldaten, um ihre Belastung zu verringern. Ausgedehnte Verwendung findet eine aus Kupfer und Aluminium bestehende Legierung, die Aluminiumbronze, wegen ihrer sehr großen Festigkeit und Dehnbarkeit.

Das **Zinn.** Gediegen findet sich dieses Metall wohl nirgends; gewöhnlich tritt es nur in einem Erz, dem Zinnstein, auf. Wir sehen Krystalle von der Form tetragonaler Prismen mit aufgesetzten Pyramiden, sehr häufig als Zwillingskrystalle erscheinend. Die Farbe ist dunkel, grau bis braun, und ein lebhafter Glanz zeichnet manche Stücke aus. In angeschwemmtem Flußland tritt der Zinnstein als Geschiebe in runden Stücken auf (sog. Seifenzinn). Zinnstein von faseriger Struktur wird als Holzzinn bezeichnet.

Wir nehmen ein kleines Stückchen Zinnstein und erhitzen es stark auf Kohle; das Mineral schmilzt zwar nicht, reduziert sich aber, namentlich bei Zusatz von Soda, zu reinem Zinn.

Das Zinn hat fast silberweiße Farbe und starken Glanz. Der letztere hält sich auch an der Luft ziemlich lange, wenn man das Metall nicht berührt; außerdem verschwindet er aber bald.

Wenn wir Zinnstangen, wie sie käuflich zu haben sind, hin und her biegen, so hören wir ein eigentümliches Knistern, das „Zinngeschrei", welches von der Reibung der feinen Zinnkrystalle herrührt. Ätzen wir Weißblech (dasselbe ist mit Zinn überzogenes Eisenblech) mit Säure, so entstehen durch Bildung von Zinnkrystallen eisblumenartige Zeichnungen. Gießt man auf eine Lösung von Zinnchlorid langsam und vorsichtig Wasser auf, so daß dasselbe darauf stehen bleibt, und taucht dann eine Zinkstange in die beiden Flüssigkeiten, so bildet sich an der Berührungsstelle ein fein verzweigtes Krystallgebilde, der Zinnbaum.

Am Zinn bemerken wir große Weichheit, so daß wir es fast mit dem Fingernagel ritzen können. Mit der Feile ist es schwer zu bearbeiten, weil es die Vertiefungen derselben rasch ausfüllt und die Feile glatt macht. Ein Stück Zinn können wir zu sehr dünnen Blättchen schlagen und erhalten auf diese Weise den zu allerlei Zwecken benutzten Stanniol.

Nehmen wir nun ein Stück von dem letzteren und benetzen es mit Quecksilber, so löst sich das Zinn auf und bildet das bekannte, zur Spiegelfabrikation benutzte Amalgam. Merkwürdig ist, daß sich das Zinn bei 200° Hitze pulverisieren läßt und bei längerer Einwirkung von —36° Kälte von selbst zu einem grauen Pulver zerfällt.

Die Verwendung des Zinns ist wegen seiner Legierungen mit dem Kupfer (Bronze) allein schon eine sehr ausgedehnte; aber auch für sich allein ist es vielfach in Gebrauch zu Geschirren, Röhren, Kesseln ꝛc. Seine Legierung mit Blei ist in Gestalt der kleinen Zinnsoldaten wohl der erste metallische Stoff, für den sich die Kinder genauer interessieren.

Zinn wurde schon im Altertum viel gebraucht; Geräte aus diesem Metall fand man in uralten Ansiedelungen und Gräbern. Die Bezugsquelle war im Altertum besonders Hinterindien, während jetzt außer der Insel Banka in Ostindien Cornwall und Devonshire in England, sowie das Erzgebirge die wichtigsten Fundgruben besitzen. Auch im Fichtelgebirge wurde früher Zinn gegraben. Homer kannte das Zinn unter dem Namen „Kassiteros", während es die Römer als „Plumbum candidum" bezeichneten. Die jetzt so verbreitete Verzinnung des Eisenblechs zum Schutz gegen Rost ist eine böhmische Erfindung.

Zinnstein ist eine Verbindung von Sauerstoff und Zinn (Zinnoxyd), SnO_2, besteht aus 79% Zinn und 21% Sauerstoff. $H = 6$; $G = 7$.

Zinn: $H = 1$; $G = 7{,}3$. Schmelzpunkt: 230°.

Das **Zink.** Ein Metall von bläulich-weißer Farbe, welches ebensowenig wie das vorige gediegen gefunden wird. Man gewinnt es aus seinen Erzen, vornehmlich dem Zinkspat oder edlen Galmei, sowie der Zinkblende.

Der **Zinkspat,** auch edler Galmei genannt, bildet meist derbe, zuweilen schwammartig zellige Massen von weißer, grauer oder bräunlicher Färbung. Seltener tritt er in kleinen, durchscheinenden oder durchsichtigen Rhomboederkrystallen auf.

Übergießen wir ein Stück Zinkspat mit Schwefelsäure, so löst es sich unter Aufbrausen. In der Hitze können wir es nicht zum Schmelzen bringen; das darin enthaltene Zink, ein für die Industrie wichtiges Metall (s. d.), kann erst durch einen umständlichen Röst- und Reduktionsprozeß gewonnen werden.

Dieses Erz findet sich in Schlesien, Baden, Kärnten und wird auf Zink verarbeitet. In Rheinpreußen wächst auf Stellen, wo Galmei gefunden wird, das Galmeiveilchen (Viola calaminaria), in dessen Asche Zink nachgewiesen wurde.

Zinkspat ist kohlensaures Zink oder Zinkkarbonat ($ZnCO_3$). H = 5. G = 4,2.

Die Zinkblende findet sich derb oder in Oktaedern oder Rhombendodekaedern kristallisiert; die Krystalle zeigen häufig Zwillingsform und sind parallel den Flächen des Rhombendodekaeders nach 6 Richtungen spaltbar. Zinkblende ist in der Regel von dunkler bis schwarzer Farbe und starkem Glanz; in der Hitze schmilzt sie nicht, sondern zerfällt unter Knistern wobei der Geruch von schwefliger Säure wahrnehmbar wird.

Dieses Erz findet sich bei Freiberg in Sachsen, in Tirol, in Bayern bei Bodenmais und bei Arzberg im Fichtelgebirge; in größeren Massen kommt es in Nordamerika vor. Auch in Kärnten und Ungarn wird es gefunden.

Um das Zink aus seinen Erzen zu gewinnen, röstet man dieselben und erhitzt sie dann in verschlossenen Gefäßen mit Kohle. In der Weißglühhitze verdampft das Zink und wird destilliert. An einem Stück Zinkblech, welches wir in jeder Eisenhandlung bekommen können, sehen wir starken Metallglanz, sobald wir es mit einem Messer schaben; an der Luft verschwindet derselbe bald wieder, da es sich mit einer dünnen Schicht von kohlensaurem Zink bedeckt. Diese letztere ist es aber gerade, welche das Zink zu Dachdeckungen, Regenrinnen u. s. w. geeignet macht; denn sie schützt das Metall, an dem sie sehr fest haftet, vor weiterer Veränderung. Erhitzen wir Zink an der Luft bis 500°, so verbrennt es mit grünlicher, sehr heller Flamme zu weißem Zinkoxyd. Die meisten Metalle lassen sich aus ihren Lösungen durch Zink fällen. Steckt man z. B. eine Zinkstange in eine Bleisalzlösung, so schlägt sich das Blei in feinen Blättchen auf dem Zink nieder und bildet den sogenannten Bleibaum. Bringen wir in eine Flasche mit verdünnter Schwefelsäure etwas Zinkblech, so bildet sich unter starker Erhitzung ein brennbares Gas, der Wasserstoff, dessen Stelle in der Säure nunmehr durch das Zink eingenommen wird, so daß Zinkvitriol entsteht.

Stellt man Streifen von Eisen, Kupfer, Zinn und Silber in verdünnte Salpetersäure, so werden diese Metalle sämtlich aufgelöst; lötet man jedes derselben aber vorher mit einem Streifen Zink zusammen, so bleiben sie unverändert, während das Zink allein in der Säure verschwindet. Es schützt also andere Metalle vor der Oxydierung.

Das Zink findet mannigfache Anwendung zu Wassergefäßen, Dachdeckungen, zum Überziehen von Eisendraht, um ihn haltbarer zu machen. Als Gußmaterial dient es namentlich zu Lampenfüßen und kleineren Figuren, in der Chemie zur Herstellung des Wasserstoffs, auch zur Farbenbereitung (Zinkweiß). Wichtig sind seine Legierungen mit dem Kupfer, Neusilber, Messing und Bronze.

Die Alten kannten das Zink nicht als Metall, sondern nur seine Erze (Cadmia), welche sie dem Kupfer zur Herstellung des Messings beimischten.

Zink: Chem. Zeichen Zn. H = 2,3. G = 6,9. Schmelzpunkt: 412°.

Das **Blei.** Wir sehen ein in Würfeln krystallisiertes und nach rechten Winkeln spaltbares Mineral von bleigrauer Farbe und starkem Glanz

vor uns, den **Bleiglanz**, welcher das wichtigste Erz dieses in der Natur nur sehr selten im gediegenen Zustand vorkommenden Metalles bildet. Es findet sich in Lagern und Gängen weit verbreitet, z. B. auch bei Freiung im bayer. Wald. Das meiste wird in Nordamerika gewonnen.

Einzelne Stücke von Bleiglanz sind so mürbe, daß man sie zwischen den Fingern zerreiben kann (Bleimulm); diese werden zu feinem Streusand verwendet.

Nehmen wir Bleiglanz in die Hand, so fällt uns die bedeutende Schwere auf; es ist mehr als siebenmal schwerer als ein gleiches Volumen Wasser. Erhitzen wir etwas davon auf Kohle, so schmilzt es unter Knistern und Verbreitung des Geruches nach schwefliger Säure, worauf reines Blei zu Tage tritt.

Dieses Metall ist blaugrau, auf frischer Schnittfläche von starkem Metallglanz, wie wir beim Schaben mit dem Messer erkennen. Doch hält der Glanz nicht lange an, da es an der Luft schnell wieder matt und dunkel wird. Auffallend ist seine Weichheit; wir können es mit dem Fingernagel ritzen. In Schwefelsäurefabriken ist es sogar vorgekommen, daß die aus den Dielen geschlüpften Holzwespen (Sirex gigas) die darüberliegenden Bleiplatten durchbissen.

Ein vorliegendes Stück Blei können wir biegen und durch Hämmern in beliebige Form bringen; erhitzen wir es aber stark, so wird es spröde, ehe es schmilzt. In einer starken Spiritusflamme können wir es leicht schmelzen (bei 334°). In Salpetersäure können wir es lösen, auch Essigsäure löst das Blei bei Luftzutritt auf. Da nun das Blei giftige Eigenschaften besitzt, ist es zu Speisegefäßen nicht zu gebrauchen, und auch die Zinnbelege der Kupfergeschirre müssen vollständig bleifrei sein.

Blei wird sogar von weichem, d. h. kalkfreiem Wasser etwas gelöst und darf daher nicht zu Wasserleitungen verwendet werden, wenn diese solches führen. In hartem Wasser, welches kohlen- und schwefelsauren Kalk enthält, wird das Blei hingegen nicht angegriffen; es bildet sich nämlich ein dünner Überzug von kohlen- und schwefelsaurem Blei, welcher das Metall schützt. Immerhin ist es aber besser, die Leitung in der Wohnung erst eine Weile laufen zu lassen, bis das länger gestandene Wasser durch frisch aus den großen Eisenrohren emporgestiegenes ersetzt ist.

Die Verwendung dieses Metalles ist eine sehr ausgedehnte. Die Schwefelsäurefabriken brauchen Bleiplatten zum Auslegen ihrer Kammern; außerdem dient es zu Bedachungen, Röhrenleitungen (wegen seiner Biegsamkeit), zum Eingießen von Eisenklammern im Stein, Gewichten u. s. w.

Eine große Menge Blei verbrauchten die Handfeuerwaffen; man hat berechnet, daß im Krieg das Gewicht der Gefallenen dem der geschossenen Bleikugeln nahezu gleichkommt. Die kleinkalibrigen Geschosse der Neuzeit haben einen Nickelmantel, um ihre Härte zu erhöhen, und sind zylindrisch, vorne etwas spitzig, um die Luft besser zu durchschneiden, haben also nicht mehr die Gestalt der alten Gewehrkugeln. Für Jagdzwecke benutzt man, wenn kleinere Tiere oder mehrere zugleich getroffen werden sollen, Bleischrote, welche in größerer Anzahl in einer Patrone stecken und nach dem Schuß sich kegelförmig zerstreuen. Diese Schrote sind kugelförmig und werden erhalten, indem man geschmolzenes Blei von einem Turm ins Wasser fallen läßt. Ein solcher Schrotturm ist 30—35 m hoch, und die Tropfen, welche aus dem siebartig durchlöcherten Boden eines Kessels oben hervor-

dringen, erstarren in ihrer Kugelform, ehe sie das Wasser unten erreichen.

Für die Industrie wichtig sind Bleipräparate als Farben, z. B. Bleiweiß (Glanzpapier, Visitenkarten) und die rote Mennige, welche den ersten Anstrich für Eisen zu bilden pflegt, ferner Chromgelb, Chromrot, zu anderen Zwecken Bleiglätte, Bleizucker u. s. w.

Große Mengen Blei werden zur Herstellung der Drucklettern verwendet. Man braucht zu diesem Zweck eine Legierung von 75% Blei, 23% Antimon und 2% Zinn.

Die Erfindung des Verfahrens, Schriftbuchstaben einzeln in Metall zu gießen, zusammenzusetzen, hat eine Wichtigkeit erlangt, von der auch ihr Erfinder, Gutenberg, keine Ahnung haben konnte. Auf der ganzen Erde arbeiten tausende von Druckpressen nur für den täglichen Bedarf der Zeitungen, und die allgemeine Bildungsstufe, welche die Kulturvölker gegenwärtig erreicht haben, ist ohne die Buchdruckerkunst nicht denkbar. Wenn heute noch wie früher alle Bücher geschrieben werden müßten, so stünde das Wissen noch auf einer sehr tiefen Stufe, weil der hohe Preis derselben eine Verbreitung in weiteren Kreisen von vornherein verhindern würde. Zur Zeit der geschriebenen Bücher konnten kaum einige der Höchsten und Vornehmsten im Lande schreiben und lesen, und wer diese Kunst verstand, der galt bereits als ein Gelehrter.

Bleiglanz: H = 2,5, C = 7,5; chemische Formel PbS; 87% Blei, 13% Schwefel, zuweilen auch silberhaltig.

Blei: H = 1; G = 11,4.

Es gibt außerdem noch eine Anzahl von Metallen, welche teils ihrer Seltenheit, teils ihrer schwierigen Erzeugung wegen nicht als wichtig in Betracht kommen können, wie **Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium** u. s. w. Nur zwei im gediegenen Zustand nicht vorkommende Metalle seien wegen ihrer zahlreichen und weitverbreiteten Verbindungen noch näher betrachtet.

Das **Kalium** (K) bildet in Verbindung mit Kieselsäure als kieselsaures Kali einen bedeutenden Bestandteil zahlreicher Gesteine, wie Kalifeldspat, Glimmer, Granit u. s. w. Pflanzen enthalten oft sehr viel Kalisalze, deren sie zur Entwickelung bedürfen. Bei einigen ist dies in so hohem Grad der Fall, daß man sie geradezu Kalipflanzen nennt, wie Tabak, Kartoffel, Runkelrüben. Für Glas- und Seifenfabrikation sowie Darstellung des Schießpulvers sind die Salze dieses Metalles unentbehrlich.

Das wichtigste Kalisalz, der Kalisalpeter, wurde bereits (Seite 25) betrachtet. Ein vielgebrauchtes Kalisalz, die Pottasche, wurde früher aus Holzasche gewonnen, und ungeheure Mengen Holzes wurden zu diesem Zweck den Flammen überantwortet, bis die Lichtung der Wälder eine für den Wohlstand mancher Gegenden gefahrdrohende Höhe erreicht hatte. Auch gewinnt man Pottasche aus dem Wollschweiß der Schafe und erhält aus einem Fell von 4 kg Gewicht bis 200 g dieses Salzes. Die größten Mengen erhält man aber gegenwärtig aus den, früher für wertlos gehaltenen Staßfurter Abraumsalzen.

Die Pottasche dient zur Herstellung von Krystall- und Flintglas, weicher Seife, von Kalipräparaten, Blutlaugensalz, Ätzkali u. s. w. Ihre Gegenwart in der Holzasche bedingt deren Verwendung zu der ätzenden Lauge, welche man schon in alten Zeiten zum Scheuern benutzte.

Reines Kalium ist silberweiß und besitzt starken Metallglanz, der aber an der Luft sofort verschwindet. Werfen wir ein Stückchen auf Wasser, so schwimmt es auf demselben, weil es leichter ist als jenes, und zugleich gerät es in drehende Bewegung, weil augenblicklich ein sehr lebhafter chemischer Vorgang stattfindet. Es entzieht nämlich dem Wasser, bekanntlich einer Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff (H_2O), den letzteren und oxydiert sich. Der freiwerdende Wasserstoff entzündet sich und verbrennt, wobei die Flamme durch Kaliumdämpfe violett gefärbt wird.

Kalisalpeter ist Kaliumnitrat (KNO_3). H = 2. G = 1,9.

Pottasche ist Kaliumkarbonat (K_2CO_3).

Kaliummetall (K): H = 1, G = 0,87. Bei 15° knetbar, schmilzt bei 62°

Das **Natrium** findet sich ebensowenig wie das Kalium gediegen, aber wie jenes in vielen Verbindungen weit verbreitet. Die wichtigste, das Kochsalz, haben wir bereits kennen gelernt. Mit dem Reichtum des Meerwassers an Salz und daher auch an Natrium hängt der Gehalt der See- und Strandpflanzen an diesem Grundstoff zusammen.

Ein für die Industrie sehr wichtiges Natriumsalz ist die **Soda**, welche in der Seifen- und Glasfabrikation, zum Färben und Bleichen, sowie als Waschmittel Verwendung findet. Dieses Mineral wittert zuweilen als weißes Pulver aus dem Thonboden von Steppengebieten aus, kommt im Auswurf der Schlammvulkane vor und findet sich gelöst in heißen Quellen. Die Karlsbader Thermen liefern z. B. jährlich 6,5 Mill. Kilogramm Soda. Bilden solche Quellen in Mulden ein Wasserbecken, so entstehen Natronseen, wie sie sich in Ägypten finden. An den Ufern derselben scheidet sich die Soda während des Sommers aus dem verdampfenden Wasser ab und bildet wasserhelle, an der Luft bald wieder zerfallende Krystalle. Anderwärts verbrennt man Strandpflanzen, um aus der Asche die Soda zu gewinnen; die meiste stellt man aber auf chemischem Wege aus dem Kochsalz her.

Reines Natrium hat viele Ähnlichkeit mit Kalium und oxydiert sich ebenfalls auf Wasser, selbst auf Eis. Wegen seiner Neigung zur Verbindung mit Sauerstoff wird es, wie jenes, am besten in Steinöl aufbewahrt. Mit Kalium erhitzt, bildet es eine Legierung, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und das Aussehen von Quecksilber hat.

Kochsalz besteht aus Natrium und Chlor ($Na\,Cl$). H = 2, G = 2,2.

Soda besteht aus Natriumkarbonat und Wasser ($Na_2\,CO_3 \cdot 10H_2O$.).

Natriummetall (Na): H = 1. G = 0,97. Färbt die Flamme gelb.

Wir haben nun schon öfter gesehen, daß gewisse Grundstoffe der Flamme, in welcher sie erhitzt werden, eine Färbung erteilen, welche oft dazu dienen kann, die Gegenwart derselben in einem Mineral zu erkennen. Lithiumverbindungen färben z. B. die Flamme rot, Kupfersalze grün, Kalium violett, Natrium gelb.

Lassen wir durch einen Spalt im Laden das Sonnenlicht in ein vollständig verdunkeltes Zimmer fallen und stellen vor diesen Spalt ein Glasprisma, so entsteht auf einem dahinter befindlichen Papierschirm ein prachtvoll leuchtender Fleck (das Spektrum), welcher die Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violett in der angegebenen Reihenfolge und in so allmählich verlaufenden Tönen zeigt, daß die Grenze einer einzelnen Farbe nicht angegeben werden kann. Durch das Prisma sind die Lichtstrahlen des Sonnenlichtes, welche zusammen weiß erscheinen, je

nach dem Grade ihrer Brechbarkeit verschieden abgelenkt worden und erscheinen nun als einzelne Farben. Diese Farbenzerstreuung entsteht auch unter günstigen Verhältnissen, wenn die Sonnenstrahlen auf eine Schicht fallenden Regens treffen, und ist die Ursache des schönen Regenbogens.

Es hat nun jeder weißglühende oder verbrennende Stoff seine eigenen, charakteristischen Linien, wenn man das von ihm ausgehende Licht durch ein Prisma zerlegt, und diese Linien nehmen mit größter Genauigkeit immer dieselben Stellen ein, wenn man sie mit der Farbenskala des Sonnenspektrums vergleicht. Das Natrium läßt sich z. B. noch im dreimillionsten Teil eines Milligramms Salz durch eine schmale, leuchtend gelbe Linie nachweisen; die kleinsten Teile Lithium verraten sich durch eine orangegelbe und eine rote Linie. Es ist klar, daß man mit Hilfe dieser Wahrnehmungen auch verschwindend kleine Mengen eines Minerals auf gewisse Bestandteile untersuchen kann.

Die hieraus hervorgehende Spektralanalyse sollte aber noch zu weit merkwürdigeren Ergebnissen führen. Man fand nämlich, daß eine sehr große Anzahl charakteristischer Spektrallinien von Grundstoffen mit dunklen (den sog. Frauenhoferschen) Linien des Sonnenspektrums auf das Genaueste übereinstimmt und konnte daraus den Schluß ziehen, daß diese Körper in feuerflüssigem oder gasförmigem Zustand auf der Sonne vorkommen, und ihre Linien im Sonnenspektrum nur durch ihre eigenen Dämpfe verdunkelt sind. So finden sich die 450 hellen Linien des Eisens alle im Spektrum des Sonnenlichtes als dunkle Linien u. s. w. Die Spektralanalyse hat also ein Mittel an die Hand gegeben, die fernen, uns ewig unerreichbaren Weltkörper auf ihre chemischen Bestandteile zu untersuchen, gewiß eine der wunderbarsten Errungenschaften menschlichen Geistes.

Rückblick. Unter Metallen versteht man Grundstoffe, welche Wärme und Elektrizität gut leiten und auf blanker Oberfläche einen starken Glanz besitzen. Durchsichtig sind nur einzelne in ganz dünnen Blättchen. Ihr Schmelzpunkt liegt, das Quecksilber ausgenommen, weit über der gewöhnlichen Temperatur. Am schwersten schmelzbar ist Iridium; Quecksilber, Kalium, Natrium und Zink können sogar destilliert werden. Die häufigste Farbe ist eine bläuliche oder graue Schattierung von Weiß; Gold ist schön gelb, Kupfer rot.

Alle Metalle sind krystallisierbar; diejenigen welche am häufigsten krystallisiert erscheinen, sind spröde, wie Antimon, Wismut und Zink. Einzelne, wie Gold, Silber, Kupfer, Zinn, zeichnen sich durch ihre Geschmeidigkeit aus. Eisen, Kupfer, Platin lassen sich bei hoher Hitze schweißen, Kalium schon unter dem Fingerdruck, während die Kügelchen des Quecksilbers sofort bei Berührung zusammenfließen.

Das spezifische Gewicht der Metalle ist sehr verschieden; Kalium und Natrium schwimmen auf dem Wasser, Gold ist 19mal schwerer als ein gleicher Raumteil Wasser, und Eisen schwimmt wieder auf Quecksilber. Das leichteste bis jetzt bekannte Metall ist Lithium (G = 0,59), das schwerste Osmium (G = 22,48).

Alle Metalle gehen mit Schwefel chemische Verbindungen ein, wie wir solche leicht mit Eisen oder Quecksilber u. s. w. herstellen können, ebenso mit Chlor, Brom und Jod. Bei Rotglut lassen Platin und Eisen den Wasserstoff durchdringen; das letztere ist dann auch für Kohlenoxyd

durchdringlich, weshalb man wegen der Giftigkeit dieses Gases eiserne Öfen nie bis zur Rotglut erhitzen sollte. Von den Metallen treten nur diejenigen, welche zu Verbindungen mit Sauerstoff (Oxydation) weniger geeignet sind, größtenteils gediegen auf, also Gold, Platin und die sehr seltenen Palladium-, Iridium-, Rhodiummetalle. Die andern finden sich meistens als Erze d. h. in Verbindung mit Sauerstoff, Schwefel, Arsen ꝛc. Aus diesen gewinnt man sie auf verschiedene Weise: Entweder wäscht man sie mechanisch aus, ohne chemische Mittel zu gebrauchen, wie den goldhaltigen Schwefelkies oder auch das reine Gold aus dem Quarzsand; der letztere ist aber nicht mit einem eigentlichen Erz zu verwechseln, weil er ja das Gold in gediegenem Zustand enthält. Oder man schmilzt sie aus den Erzen, wie das Wismuth, oder destilliert sie, wie das Quecksilber. Ein anderer Weg ist die Reduktion von Sauerstoffverbindungen in der Hitze; auf diese Weise wird das Blei aus der Bleiglätte und dem Weißbleierz, das Zinn aus dem Zinnstein, das Kupfer aus Malachit und Lasur, das Zink aus dem Galmei, das Eisen aus seinen Erzen gewonnen. Auch zersetzt man Schwefelverbindungen von Metallen durch den Sauerstoff der Luft, wie namentlich bei Quecksilber, oder durch andere Metalle, welche sich statt des zu erhaltenden mit dem Schwefel verbinden. Dieses Verfahren wird in der Regel vorzugsweise bei Gewinnung von Blei aus seinen Schwefelverbindungen angewendet, in welche statt seiner das Eisen eintritt. Bei Gold und Silber bedient man sich häufig der Verwandtschaft dieser Metalle zum Quecksilber, um sie mittels desselben durch Amalgambildung auszuziehen, worauf das Amalgam erhitzt und das Edelmetall von dem verdampfenden Quecksilber zurückgelassen wird.

Die heute noch gebräuchlichsten Metalle, Gold und Silber, sowie Kupfer und Zinn, ferner Blei und Eisen hat der Mensch schon in sehr alten Kulturperioden kennen gelernt. Erst mit der Bearbeitung und Benutzung der Metalle konnte der Mensch, welcher bis dahin sich scharfer Steinsplitter zu Werkzeugen und Waffen bedient hatte, eine höhere Stufe der Kultur ersteigen. Ein Leben ohne Benutzung der Metalle ist uns heute undenkbar; wir essen aus und mit metallenen Geräten, haben Metall an vielen Bestandteilen unserer Kleidung, arbeiten mit Werkzeugen aus Metall, fahren auf metallenen Wagen und Schiffen, die selbst wieder durch Maschinen aus Metall vorwärts getrieben werden, und erwerben mit metallenen Münzen die Stoffe zu unserem Lebensunterhalt, sowie alle Dinge, welche zu den Annehmlichkeiten des Daseins gehören.

Im Laufe unserer Betrachtungen wurde schon öfter der Begriff Element oder Grundstoff erwähnt. Derselbe ist durchaus verschieden von dem, was die Alten seit Aristoteles unter den 4 Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde verstanden, und was man heute noch im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Element bezeichnet. Während das Feuer vom chemischen Standpunkt aus überhaupt kein Element, sondern die lebhafte, von Licht und Wärmeerscheinungen begleitete Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff, die Verbrennung, darstellt, besteht die Luft aus einem mechanischen Gemisch zweier gasförmiger, chemischer Elemente: Sauerstoff, Stickstoff. Ferner besteht das Wasser aus zwei chemisch aneinander gebundenen, gasförmigen Grundstoffen: Sauerstoff und Wasserstoff, und der Erdkörper aus einer unzähligen Menge von Verbindungen chemischer Elemente. Unter einem solchen haben wir einen Körper zu verstehen, welcher bis heute durch die bekannten Mittel nicht weiter zerlegt werden konnte.

Solche Mittel sind vor allem die Hitze, ein Haupthilfsmittel des Chemikers, dann Säuren und die Elektrizität.

Solche Grundstoffe kennt man bis jetzt 74. Sie sind aber durchaus nicht alle in gleicher Menge auf der Erde verbreitet. Besonders 8 Elemente sind es, welche die Hauptmasse der die Erdrinde bildenden Gesteine zusammensetzen; dieselben sind folgende: Sauerstoff, Silicium, Aluminium, Eisen, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium. In der Luft bildet der Stickstoff (4/5) den Hauptbestandteil; Wasserstoff und Sauerstoff finden sich im Verhältnis von 2 — 1 (daher chem. Formel H_2O) im Wasser; der Kohlenstoff ist ein wichtiger Bestandteil der organischen Körper.

Die Zahl der Elemente wächst durch neue Entdeckungen immer noch. Einzelne, wie das Chlor, scheinen besonders noch einer weiteren Zerlegung fähig zu sein, wodurch sie dann selbstverständlich nicht mehr als Elemente gelten könnten, sondern als Verbindungen zweier Grundstoffe nachgewiesen würden.

Alphabetische Übersicht der Elemente.

Aluminium .	Al	Fluor . . .	Fl	Natrium . .	Na	Stickstoff . .	N
Antimon . .	Sb	Gallium . .	Ga	Nickel . . .	Ni	Strontium .	Sr
Arsen . . .	As	Gold . . .	Au	Niobium . .	Nb	Tantal . .	Ta
Baryum . .	Ba	Indium . .	In	Osmium . .	Os	Tellur . .	Te
Beryllium .	Be	Iridium . .	Ir	Palladium .	Pd	Thallium .	Tl
Blei . . .	Pb	Jod . . .	J	Phosphor .	P	Thorium . .	Th
Bor . . .	B	Kadmium .	Cd	Platin . .	Pt	Titan . . .	Ti
Brom . . .	Br	Kalium . .	K	Quecksilber .	Hg	Uran . . .	U
Calcium . .	Ca	Kobalt . .	Co	Rhodium .	Rh	Vanadin . .	V
Cäsium . .	Cs	Kohlenstoff .	C	Rubidium .	Rb	Wasserstoff .	H
Cer . . .	Ce	Kupfer . .	Cu	Ruthenium .	Ru	Wismut . .	Bi
Chlor . . .	Cl	Lanthan . .	La	Sauerstoff .	O	Wolfram . .	W
Chrom . .	Cr	Lithium . .	Li	Schwefel . .	S	Yttrium . .	Y
Didym . .	Di	Magnesium .	Mg	Selen . . .	Se	Zink . . .	Zn
Eisen . . .	Fe	Mangan . .	Mn	Silber . .	Ag	Zinn . . .	Sn
Erbium . .	Er	Molybdän .	Mo	Silicium . .	Si	Zirkonium .	Zr

IV. Klasse: Sauerstoffverbindungen.

1. Ordnung: Metalloxyde.

a) Oxyde der Schwermetalle.

Magneteisenstein siehe Seite 75.
Roteisenstein oder **Hämatit** siehe Seite 76.
Brauneisenstein oder **Limonit** siehe Seite 76.

Chromeisenstein oder **Chromit.** Ein unschmelzbares, auch gegen Säuren vollständig unempfindliches Mineral von dunkelbrauner Farbe und braunem Strich, welches in Oktaedern krystallisiert, weit häufiger aber in derben, körnigen Formen gefunden wird. Der Chromeisenstein kommt, in Serpentin eingeschlossen, im Norden Europas und Amerikas, seltener in Schlesien und Steiermark vor. Man benutzt ihn zur Darstellung des chromsauren Kalis. Dieses chemische Produkt, welches in zitrongelben Krystallen aus seinen Lösungen abgeschieden wird, dient zur Bereitung viel gebrauchter

Malfarben, des Chromgelb und Chromgrün, welche eine bedeutende Leuchtkraft besitzen, aber wegen ihrer Giftigkeit mit Vorsicht behandelt werden müssen.

Chromeisenstein besteht aus einem Oxyd des Metalles Chrom und Eisenoxydul (Fe Cr) $(CrFe)^2O_4$. $H = 5{,}5$; $G = 4{,}5$.

Chromsaures Kali: $K_2\,CrO_4$.

Uranpecherz. Ein pechschwarzes, seltener grünliches Mineral von starkem Glanz, welches sich im sächsischen und böhmischen Erzgebirge, z. B. Joachimsthal, Marienberg, findet. Es ist das Oxyd eines seltenen Metalles, des **Uran**, und dient zur Herstellung gelber Farben, sowie des Uranglases.

Der **Braunstein.** Ein Mineral von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe und gewöhnlich dichtem, erdigem, seltener derbem, faserigem Gefüge. Fassen wir den Braunstein an, so bekommen wir graue Finger, weil das Mineral infolge seiner geringen Härte leicht abfärbt.

Erhitzen wir denselben in einem eisernen Röhrchen und halten einen glühenden Spahn in dasselbe, so entzündet er sich und brennt mit heller Flamme. Dies kommt davon, daß sich aus dem Braunstein Sauerstoff entwickelt hat, ein Gas, welches die Verbrennung aller Körper unterstützt. Ohne die Gegenwart des Sauerstoffs gibt es keine Verbrennung. Die Atmung ist auch ein Verbrennungsprozeß; ebenso die Verwesung. Nur vollziehen sich diese Verbrennungen so langsam, daß dabei gewöhnlich keine auffallende Licht- und Wärmeentwickelung stattfindet. In reinem Sauerstoff verbrennen alle Körper schneller, auch solche, welche in atmosphärischer Luft überhaupt nicht brennbar sind. Eine Stahlfeder z. B., an welche man einen glühenden Zündschwamm befestigt, verbrennt in reinem Sauerstoff unter blendender Lichterscheinung und prachtvollem Funkensprühen, während der in freier Luft bereits entzündliche Phosphor im Sauerstoff mit Sonnenglanz verbrennt.

Der Braunstein, welcher in Thüringen bei Ilmenau, am Harz bei Ilfeld, sowie im Erzgebirge bei Johann-Georgenstadt gefunden wird, dient zur Darstellung von Chlor und Sauerstoff, sowie des in ihm enthaltenen Mangans.

Zugleich mit ihm kommt meistens der leichtere, wasserhaltige **Manganit** und der **schwarze Glaskopf** vor. Letzterer, welcher viel härter ist und sehr stark glänzt, heißt auch **Psilomelan** (vom griech. psilōs, kahl, und mēlas, schwarz).

Das **Mangan** ist grauweiß mit rötlichem Schimmer und so hart, daß es selbst gehärteten Stahl ritzt; auch nimmt es sehr hohe Politur an. An der Luft oxydiert es außerordentlich schnell; man muß es daher in Petroleum aufbewahren. Es kann daher auch nicht im reinen Zustand verwendet werden; dafür gebraucht man Legierungen dieses Metalls zu manchen Zwecken, besonders Manganeisen zur Stahlbereitung.

Mischt man schmelzendem Glas etwas Braunstein bei, so nimmt es eine violette Farbe an. Man benutzt deshalb dieses Mineral in der Glasfabrikation, wenn es gilt, weißes, farbloses Glas herzustellen. Gewöhnliches Glas ist nämlich immer grün gefärbt, wie wir recht gut an billigen Flaschen, sowie auch an Fensterscheiben sehen können, sobald wir mehrere aufeinander legen oder eine einzelne von der Kante her betrachten. Diese grüne, von Eisenoxydul herrührende Farbe wird nun durch das Violett, welches der Braunstein hervorruft, aufgehoben, weil

grün und violett sich gegenseitig zu weiß ergänzen. Wegen dieser Verwendung heißt der Braunstein auch Pyrolusit (v. griech. pyr, Feuer, und luo wasche).

Braunstein ist eine Verbindung von Mangan und Sauerstoff im Verhältnis von 1:2 (Mangansuperoxyd): MnO_2. H = 2; G = 5.

Manganit hat die Formel $H_2Mn_2O_4$.

Zinnerz oder **Kassiterit** siehe Zinn!

Rotkupfererz oder **Kuprit** siehe Kupfer!

b) Oxyde der Leichtmetalle.

Der **Korund**. Gewöhnlicher oder gemeiner Korund findet sich in trüben Krystallen oder derben eingesprengten Massen in der Schweiz, am St. Gotthardt, in Italien, auf Naxos, im Ural ꝛc.; in Nord-Karolina fand man sogar Riesenkrystalle von 150 kg Gewicht. Ihre Farbe ist verschieden; doch meist sehr unrein.

Außerdem erscheint der Korund in einer blaugrauen, feinkörnigen Varietät, fast immer mit Magneteisen innig gemengt. Der **Smirgel**, wie wir dieses Mineral nennen, bildet mächtige Lager in Glimmerschiefer und körnigem Kalk, z. B. in Sachsen, Spanien, Kleinasien, auf Naxos.

Untersuchen wir den Korund und den Smirgel näher, so fällt uns besonders an dem ersteren die außerordentliche Härte auf. Zerstoßen wir den Korund und erhitzen das Pulver mit Kobaltlösung, so färbt es sich schön blau. Säuren vermögen es nicht zu lösen. Auch können wir den Korund vor dem Lötrohr nicht zum Schmelzen bringen.

Wenn wir die trüben Korundkrystalle betrachten, so erscheint es kaum möglich, daß dieselbe Thonerde, aus welcher sie bestehen, durch Krystallisation Edelsteine erzeugen kann, welche zu den kostbarsten gehören und kaum vor dem Diamant zurückstehen müssen. Und doch sind zwei der geschätztesten Edelsteine, der **Rubin** und der **Saphir**, ebenfalls nichts anderes als krystallisierte Thonerde.

Der **Rubin** ist schön karmoisinrot, der Saphir dunkel- bis hellblau. Es gibt auch einen gelben Saphir, den die Juweliere orientalischen Topas nennen. Griechen und Römer verstanden unter Saphir den Lasurstein.

Der Saphir wird durch Glühen entfärbt und dann vielfach seines starken Glanzes wegen zur Fälschung des Diamanten verwendet. Die Rubine werden beim Glühen erst farblos, dann grün und zuletzt wieder rot. Manche Saphire zeigen einen 6 strahligen Lichtstern und sind als Sternsaphire hochgeschätzt. Überhaupt stehen diese beiden Edelsteine sehr hoch im Preis und sind, wenn ihr Gewicht 3 Karat übersteigt, sogar oft viel teurer als der Diamant.

Während die größeren Saphire und Rubine als Schmucksteine verwendet werden, dienen kleine Saphire ihres starken Lichtbrechungsvermögens halber, zuweilen als Linsen für Mikroskope, und die Rubine finden wegen ihrer Härte vielfach Anwendung als Zapfenlager für bessere Uhren, sowie gebohrt zum Ziehen feiner Drähte aus Edelmetall. Der gemeine Korund findet wegen seiner Härte Anwendung als Schleif- und Poliermittel für Glas, Metall und weniger harte Edelsteine.

Nach vielen Versuchen ist es gelungen, Saphir und Rubin aus der Thonerde krystallisieren zu lassen. Doch waren die angewendeten Mittel

so teuer und die erhaltenen Krystalle so klein, daß von einer technischen Verwertung dieses Verfahrens keine Rede sein kann.

Während der gemeine Korund sowie der Smirgel mehrfach in größeren Lagern vorkommen, findet sich der edle Korund, unter welchem Namen man Saphir und Diamant zusammenfaßt, in Böhmen, Brasilien, der Schweiz, besonders aber auf Ceylon im Flußsand. Beide waren schon im Altertum bekannt und galten als wunderkräftig. Den Rubin nannten die Griechen „anthrax“, d. h. Kohle, weil er wie glühend aussah, die Römer aus demselben Grunde Carbunculus, woraus unser Karfunkel geworden ist. Theudelinde, die Gemahlin des Langobardenkönigs Authari, soll einen Becher aus Saphir besessen haben; doch wird dies wohl auf der Verwechselung mit Lapis lazuli, dem Lasurstein, beruhen.

Korund besteht aus reiner Thonerde (Al_2O_3). $H = 9$, $G = 4$. Die Thonerde enthält das in der Gegenwart immer mehr in Verwendung kommende, wichtige Metall Aluminium.

Rückblick. Unter Oxyden versteht man die Verbindungen des Sauerstoffs mit den anderen Grundstoffen. Die Oxyde der Metalle entbehren meist des Metallglanzes; ihr Strich zeigt meist eine andere Farbe als die Minerale selbst. Die Oxyde der Schwermetalle sind in einfacher Salz- oder Salpetersäure oder in Königswasser löslich. Erhitzt man sie mit Borax, so geben sie teilweise gefärbte Glasperlen. Die Oxyde der Leichtmetalle sind unlöslich und färben die Boraxperle nicht.

V. Klasse. Metallische Schwefelverbindungen (Sulfide).

1. Kiese.

Der **Schwefelkies, Eisenkies** oder Pyrit. Sehr häufig kommt es vor, daß Unkundige Gold gefunden zu haben glauben, wenn sie in den Braunkohlen Adern eines messinggelben, lebhaft metallglänzenden Minerals entdeckten, welches viele äußere Ähnlichkeit mit diesem Edelmetall besitzt. Auch bei den häufig vorkommenden, würfelförmig krystallisierten Stücken ist die Täuschung noch leicht möglich, und mancher hat die vermeintlichen Schätze schon stundenweit zu einem Kenner getragen, um schließlich zu erfahren, daß sie die Mühe nicht wert gewesen.

Und doch ist der Eisenkies leicht zu erkennen. Der Strich ist dunkelbraun; unter dem Hammer zeigt sich das Mineral spröde, und wenn wir es auf glühender Kohle erhitzen, oxydieren sich seine Bestandteile, wobei sich der Geruch schwefliger Säure bemerkbar macht. Auch können wir ihn in Salpetersäure auflösen, was beim Gold nicht möglich ist. Ein gutes Kennzeichen ist auch die Härte: wir können mit einem Stahl und einem Stück Schwefelkies Funken erzeugen. Von dieser Eigenschaft kommt auch der Name Pyrit (von pyrītes, Feuerstein).

Der Reichtum an Formen ist bei diesem Mineral sehr groß. Es kommt nicht nur in regulären Krystallen, sondern auch in baumartig verzweigten (dendritischen) Gestalten, in kugeligen Aggregaten und in Ausfüllungskrystallen (Pseudomorphen) vor. Pflanzliche und tierische Reste, z. B. Ammoniten, sind häufig durch Schwefelkies vererzt. Zuweilen ist er auch goldhaltig, wie in Schemnitz, und wird deshalb ausgebeutet. Zur Gewinnung des Eisens eignet er sich aber trotz seines Reichtums an diesem

Metalle nicht, weil der Schwefel nur sehr schwer von dem Eisen zu trennen ist und dieses leicht brüchig macht.

Gegenwärtig benutzt man den sehr häufig vorkommenden und besonders in Spanien viel gewonnenen Schwefelkies, der früher als Flintenstein diente, bei der Darstellung von Schwefel, Schwefelsäure (und Alaun), sowie Eisenvitriol. Letzterer entsteht oft auf natürlichem Wege durch Verwitterung des Minerals; auch verwandelt sich letzteres nicht selten allmählich in Brauneisenstein.

Von dem vorigen unterscheidet sich der **Markasit** oder Strahlkies durch die rhomboedrischen Krystallformen und häufig strahlige Struktur, sowie dadurch, daß er die Magnetnadel beeinflußt. Diese Eigenschaft zeigt der bräunliche **Magnetkies**, der aus Eisen und Schwefel besteht. Wie der Schwefelkies ist er zuweilen speisgelb, d. h. er zeigt die Farbe der „Glockenspeise", wie man die zum Glockenguß verwendete Legierung nennt, noch öfter braun; sein Strich aber ist dunkel graugrün.

Schwefelkies enthält 47 % Eisen und 53 % Schwefel (FeS_2). $H = 6{,}5$, $G = 5$.

Kupferkies siehe Kupfer. ($Cu_2SFe_2S_3$; enthält 35 % Kupfer, 35 Schwefel, 30 Eisen).

Kupfernickel oder **Rotnickelkies**. Dieses Mineral, welches sich im sächsischen Erzgebirge und im Harz meist in traubigen oder derben Massen findet, enthält nicht etwa Kupfer, wie man aus dem Namen schließen sollte, sondern es führt den letzteren nur wegen seiner kupferroten Farbe, während sein Strich dunkelbraun ist. Wichtig ist es als Erz eines anderen Metalles, des Nickels, welches man daraus gewinnt.

Nickel ist eigentlich ein Schimpfname, welcher soviel wie Nichtsnutz bedeutet, und in der That haben die alten Bergleute auch das Erz so genannt, weil sie mit ihm nichts anzufangen wußten. Erst 1754 wurde das darin enthaltene Metall entdeckt, welchem nun der Name verblieb.

Nickel ist im reinen Zustand fast silberweiß, sehr dehnbar und geschmeidig. Es besitzt starken Glanz und hält sich an der Luft besser als Eisen. Merkwürdig ist seine Eigenschaft, fast so stark wie Eisen vom Magnet angezogen und selbst magnetisch zu werden.

Außer zu Gefäßen, zur Plattierung von Eisen, als Unterlage für Edelmetalle, wie Silber und Gold, dient das Nickel jetzt vor allem zur Herstellung von Münzen, zu welchem Zweck es mit Kupfer legiert wird. Auch in Deutschland haben wir solche Nickelmünzen; sie enthalten 25 Teile Nickel und 75 Teile Kupfer und werden vom Magnet nicht beeinflußt, während die österreichischen wegen Vorwiegens des Nickelgehaltes stark angezogen werden.

Wichtig ist auch eine Legierung von Nickel, Kupfer und Zink, das **Neusilber**, welches wir zu Geräten, Instrumenten, wie feineren Reißzeugen verwenden. Den Chinesen war es als „Packfang" längst bekannt.

Rotnickelkies besteht aus 55 % Arsen und 44 % Nickel ($NiAs$). $H = 5{,}5$; $G = 7{,}6$. Reines Nickelmetall $G = 9{,}2$.

Der **Speiskobalt**, eine in Würfeln und Oktaedern krystallisierendes oder derbes Mineral von weißer Farbe, füllt Gänge im Erzgebirge, Ungarn, Steiermark 2c. aus. Er besitzt Zinnfarbe und metallischen Glanz, hat aber einen dunklen Strich und läuft an der Luft bald an. Wenn man

ihn erhitzt, entwickelt er weiße, knoblauchartig riechende Arsendämpfe und muß deshalb unter besonderen Vorsichtsmaßregeln verarbeitet werden.

Wie aus dem vorigen Mineral das Nickel, so gewinnt man aus diesem ein ähnliches Metall, das **Kobalt**. Dasselbe ist rötlich stahlgrau und besitzt starken Glanz, sowie hohe Polierfähigkeit. Auch in seinen magnetischen Eigenschaften gleicht es dem Nickel, findet aber fast keine Verwendung. „Kobalt" ist wie „Nickel" ein Schimpfname und stammt von den Bergleuten früherer Zeiten her, die mit ihren unzureichenden Mitteln aus dem Erz kein Metall gewinnen konnten und es daher „Kobold" d. i. Berggeist nannten.

Wenn wir den Speiskobalt mit Borax erhitzen, so erhalten wir eine schön blau gefärbte Perle. Dieselbe Blaufärbung tritt ein, wenn wir Speiskobalt oder den ähnlichen Glanzkobalt schmelzendem Glase beimischen, und darauf beruht die Verwendung der Kobalterze zur Herstellung schön gefärbter blauer, bis violetter Glasflüsse. Die sogenannte Schmalte oder Smalte, eine bekannte, blaue Farbe, ist ein sehr tiefblaues Glas mit Kobalt gefärbt, welches zerstampft, fein gemahlen und geschlemmt wird. Der blaue Streusand ist nur eine gröbere Sorte desselben. Die Smalte wurde besonders viel zur Freskomalerei benutzt, ist aber jetzt durch das billigere Ultramarinblau verdrängt worden.

Speiskobalt enthält Arsen, Kobalt, Nickel und Eisen. ($CoAs_2$). H = 5,5; G = 6,5.

Glanzkobalt enthält Kobalt, Schwefel und Arsen, ist rötlich silberweiß. ($CoSAs$).

Kobaltmetall: G = 8,5.

Arsenkies. Ein silberweißes oder graues, rhombisch kristallisierendes Mineral, welches häufig auch derb oder körnig auftritt. Der Strich ist schwarz; beim Erhitzen zeigt sich wieder der bekannte Arsenikgeruch.

Der Arsenkies, welcher wie das vorige Mineral im Erzgebirg und in Steiermark gefunden wird, trägt wie Nickel und Kobalt und zwar aus denselben Gründen wie jene noch einen alten Schimpfnamen, Mißpickel, welchen ihm die Bergleute beigelegt haben. Jetzt hat man auch für dieses einst verachtete Erz eine Verwendung, indem man es zur Gewinnung des weißen Arseniks (s. d.) verwendet. Ferner stellt man auch das Realgar, ein selten in der Natur vorkommendes Mineral von prächtigem Rosenrot, welches in der Malerei und in der Feuerwerkerei Verwendung findet, aus dem Arsenkies künstlich dar. Dasselbe geschieht aus dem Auripigment oder Operment, auch Rauschgelb genannt. Dieses schön goldgelbe Mineral, welches mit anderen Erzen in Ungarn und Siebenbürgen, auch als vulkanisches Erzeugnis in Kraterspalten vorkommt, wird gleichfalls als Malerfarbe verwendet.

Realgar, wachsglänzend, Strich gelb, besteht aus Schwefel und Arsen (AsS): schmilzt auf Kohle. H = 2; G = 3,5.

Auripigment: As_2S_3

Arsenkies besteht aus Arsen, Schwefel und Eisen und enthält diese Grundstoffe zu 47,20 und 33%. ($FeSAs$). H = 6; G = 6,1.

Rückblick. Unter Kiesen, wie man sie ihrer Härte wegen nennt, versteht man Schwefel- und Arsenverbindungen, welche Metallglanz besitzen und meist gelbliche Farbe haben. Ihr Strich ist weit dunkler als die Farbe des Minerals. Die Härte schwankt zwischen 3 und 6. Sie

sind wichtig wegen der darin enthaltenen Metalle und werden zum Zweck der Gewinnung der letzteren erhitzt („geröstet“), wodurch schweflige oder arsenige Säure entweicht und Metalloxyde durch den hinzutretenden Sauerstoff entstehen. Diese werden dann erst durch Reduktion weiter behandelt, um die reinen Metalle zu gewinnen.

2. Glanze.

Der **Bleiglanz**. Siehe Blei.

Das wichtigste Bleierz (Pb S). H = 2,5; G = 7,5.

Der **Antimonglanz**. Dieses bleigraue Mineral besitzt eine sehr schöne Krystallform, es tritt nämlich in Büscheln von langen Nadeln oder dünnen Säulen auf, welche sich bei genauer Betrachtung als rhombische, oben durch eine Pyramide abgeschlossene Prismen erweisen. Dabei besitzt es sehr starken Glanz, der auch durch die vielfache Längsstreifung der Krystalle nicht beeinträchtigt wird. Erhitzen wir ein Stück davon, so fängt es zu schmelzen an und teilt der Flamme eine grünliche Farbe mit. Zugleich steigt ein weißer Rauch von Antimonoxyd auf, und wir erkennen an dem erstickenden, von den gewöhnlichen Zündhölzchen her bekannten Geruch der schwefligen Säure die Gegenwart von Schwefel in dem Mineral. Erhitzen wir es auf Kohle, so bleibt ein weißer Beschlag zurück.

Der Antimonglanz, welcher auf Gängen im Urgebirge zu Freiberg in Sachsen, im Harz, Böhmen u. s. w. vorkommt und wegen seiner nadelförmigen Krystalle auch Grauspießglanzerz genannt wird, dient zunächst hauptsächlich zur Darstellung des Antimons.

Dasselbe, welches die Bergleute auch Spießglanzkönig nennen, ist ein metallähnlicher Grundstoff, glänzend und von silberweißer Farbe, welcher das Kupfer an Härte übertrifft. Es ist sehr spröde und läßt sich leicht pulverisieren. An der Luft oxydiert es nicht. In starker Hitze verflüchtigt es sich und löst sich in heißer Salzsäure. Es dient als Eisenschwarz zum Bronzieren, ferner zum Überziehen von Kupfer und Eisen als Schutzmittel gegen den Rost und zu Legierungen. Die wichtigste derselben ist eine Mischung mit Blei und Zinn, welche zu Buchdrucklettern und Stereotypabgüssen verwendet wird.

Bei Werken, welche in größerer Anzahl erscheinen, läßt man den Satz nicht stehen, sondern formt ihn mit feuchter Papiermasse, welche darauf geschlagen wird, genau ab und gießt die so erhaltene Matrize, in welcher alle Buchstaben vertieft sind, mit der erwähnten Legierung aus. So wird dann das ganze Werk in Stereotypplatten aufbewahrt, damit die Lettern wieder zu anderen Zwecken verwendet werden können. Wer ein Buch liest, hat in der Regel keine Ahnung von den vielen Mühen und Kosten, welche auch nur eine Seite desselben bis zu ihrer Fertigstellung beansprucht und welcher Wert in den dazu verwendeten Lettern ꝛc. steckt. Ein Zentner Lettern, wie sie in vorliegendem Buche verwendet sind, kostet über 100 Mark, und der Satz des ganzen Buches wiegt gegen 10 Ztr. ohne die aus Zink bestehenden Clichés der Abbildungen. Wahre Wunderwerke der Erfindungsgabe sind die Maschinen, welche den Druck zu stande bringen; bei den größten Zeitungen der Welt, welche auch ihre eigenen Schriftgießereien, Setzmaschinen und Papierfabriken besitzen, sind dieselben derart vervollkommnet, daß sie mit wunderbarer Geschwindigkeit die noch feuchten Rollen endlosen Papieres,

welche an einer Seite der Maschine übergeben werden, abwickeln und nach wenigen Sekunden auf der anderen Seite gedruckt, gefalzt und zusammengelegt zum Vorschein bringen, und zwar mit einer Leistungsfähigkeit von mehreren Tausenden in wenigen Stunden.

Antimonglanz besteht aus 73% Antimon und 27% Schwefel (Sb_2S_3). H = 2; G = 4,6.

Der **Silberglanz.** Siehe Silber.

Die **Fahlerze.** Häufig in wohlausgebildeten Tetraedern kristallisierende Mineralien, welche auch derb und eingesprengt vorkommen. Wie das vorige sind sie stahlgrau, zuweilen auch eisenschwarz und zeichnen sich durch starken Glanz aus. Fahlerz enthält zuweilen Silber, welches in Gemeinschaft mit Antimon darin vorkommt, und heißt dann dunkles Weißgiltigerz, während das Arsenfahlerz kein Silber führt. Außerdem findet sich Eisen, Zink oder Quecksilber in den verschiedenen Fahlerzen mit Arsen und Schwefel oder Antimon verbunden. Den Hauptbestandteil bildet das Kupfer. Die zu Freiberg in Sachsen, ferner im Harz, im Spessart, in Böhmen u. s. w. vorkommenden Fahlerze werden auf Silber und Kupfer verarbeitet.

Fahlerz: chem. Zusammensetzung außerordentlich verschieden. H = 3—4; ebenso schwankt G = 4,5—5,3.

Der Kupferglanz. Siehe Kupfer. (Cu_2S.) H = 2,5—3, G = 5,7.

Die Glanze sind Schwefel- oder Arsenverbindungen von Metallen; sie besitzen metallisches Aussehen und lebhaften Glanz, sind aber dunkler als die Kiese, meist grau bis schwarz und weniger hart. Ihr Strich hat die gleiche Farbe wie das Mineral selbst.

3. Blenden.

Die Zinkblende siehe Zink. (ZnS). H = 3,5—4; G = 4.

Zinnober siehe Quecksilber. (HgS.) H = 2,5; G = 8.

Realgar siehe Speiskobalt. (AsS.)

Rotgiltigerze oder Silberblenden. Siehe Silber.

Die Blenden sind Verbindungen von Metallen mit Arsen oder Schwefel oder auch mit beiden Elementen. Ihre Härte ist gering. Die Farben zeigen die verschiedensten Töne von rot, gelb und schwarz. Der Strich ist sehr hell, der Glanz lebhaft. Doch fehlt ihnen das metallische Ansehen.

VI. Klasse: Brenze.

1. Harze.

Der **Bernstein.** Als Mundstück von Pfeifen und Cigarrenspitzen sehen wir allgemein ein gelbes Mineral verwendet, welches bald vollkommen durchsichtig, bald durchscheinend milchartig oder wolkig erscheint. Reiben wir den Bernstein, so riecht er wie Harz, und wenn wir dann kleine Papierschnitzelchen in die Nähe desselben bringen, so werden sie abwechselnd angezogen und wieder abgestoßen. In heißem Öl können wir ihn biegsam machen; bei 280° schmilzt er und an der Luft verbrennt er mit stark rußender Flamme unter Entwickelung von Harzgeruch und scharf riechenden Dämpfen. Aus all diesen Eigenschaften können wir mit Sicherheit schließen, daß der Bernstein organischen Ursprungs sein müsse. In der That ist er nichts anderes als das Harz längst untergegangener

Nadelholzarten, welche, wie man sich aus den erhaltenen Resten überzeugen konnte, viele Ähnlichkeit mit unseren Fichten besaßen. Jene Bäume bildeten ausgedehnte Waldungen an der jetzigen Nord- und Ostseeküste und zwar auf Gebietsteilen, über welche jetzt das Meer hinwegflutet. Außerdem findet sich der Bernstein aber auch an anderen Orten, wo derartige Waldungen standen und später vom Wasser überdeckt wurden; so kommen z. B. sehr schöne Stücke dieses Minerals von bläulich grüner oder selbst violetter Farbe aus Sizilien. In den Bernsteinwaldungen herrschte ein Harzreichtum, wie in den Wäldern der neuseeländischen Damarfichte, deren Zweige von dem herabrinnenden Harz wie mit Eiszapfen behängt erscheinen. Zahllose kleinere Tiere, vor allem natürlich Insekten, blieben daran hängen, wurden von dem Harz überflossen und als dieses im Wasser nach dem Einbruch des Meeres oder nach dem Versinken der ganzen Waldungen erstarrte, derart gut konserviert, daß wir heute ein ziemlich genaues Bild des niederen Tierlebens jener Zeit besitzen. Man kennt mehrere Tausend Insekteneinschlüsse, aber nur eine einzige Schnecke, eine Vogelfeder und einen Büschel Fledermaushaare aus dem Bernstein. Alle gefundenen Reste stammen von Landtieren; nur ein von einem Seekrebs herrührendes Stückchen deutet an, daß jene Wälder am Meeresstrande lagen, sowie auch sehr viele Einschlüsse von Netzflüglern den Wasserreichtum derselben erraten lassen. Merkwürdigerweise fand man noch keine Ansammlungen von versteinertem Holz oder von Kohlen, welche jenen ausgedehnten Waldungen entsprächen.

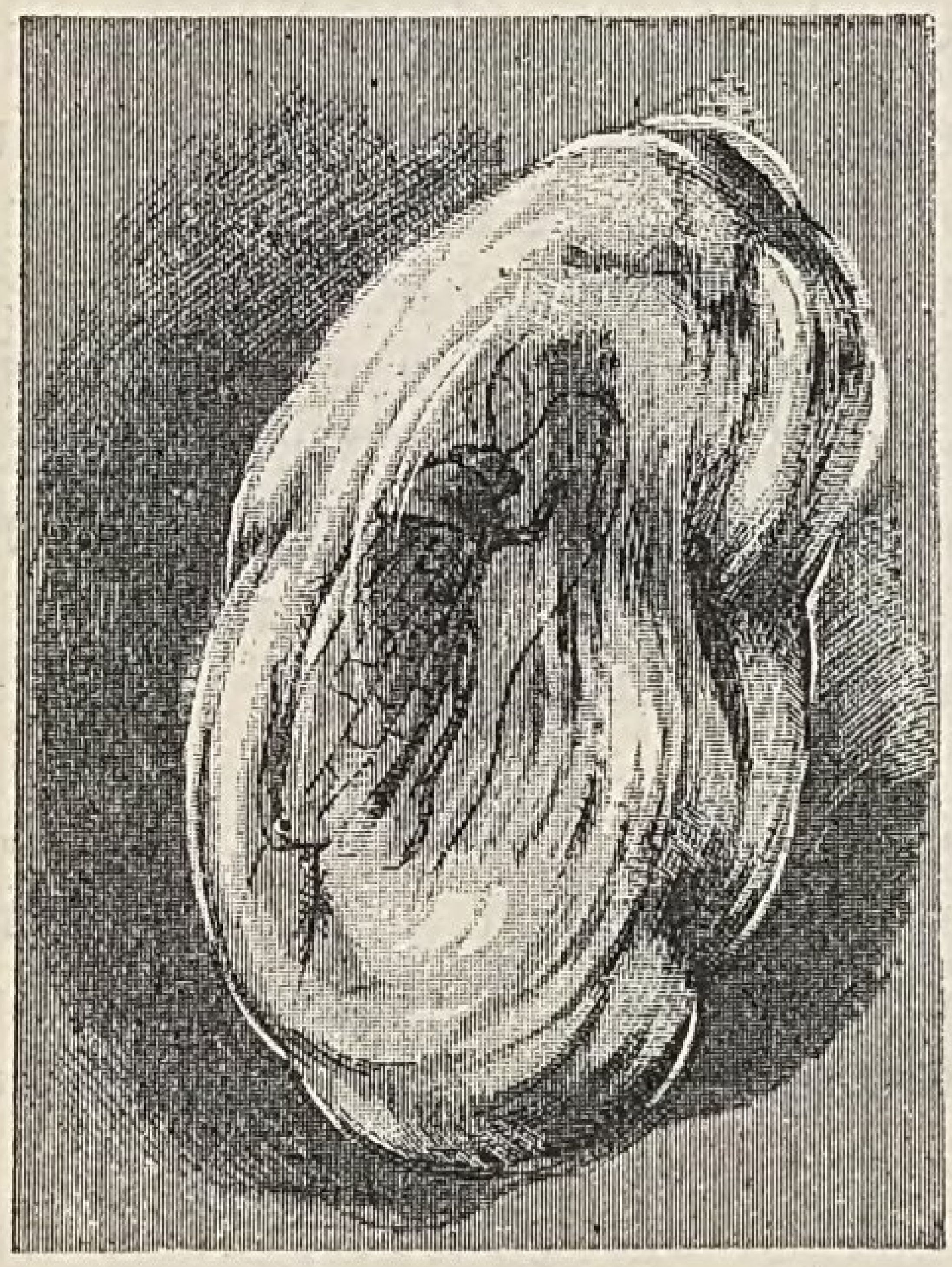


Fig. 50.
Insekt im Bernstein.

Der meiste Bernstein kommt aus dem Samland, wo er in der sogenannten blauen Erde, einer bis 6 m dicken, horizontalen Schicht von Sand und Thon, eingebettet liegt. Durch zahlreiche Haifischzähne, Muscheln u. s. w. erweist sich dieselbe als alter Meeresboden. Am Lande ist sie von zwei anderen Schichten bedeckt, und der Bernstein muß daher gegraben werden, unweit der Küste aber bildet sie noch heute den Meeresboden und wird bei jedem Sturm von den Wogen umgewühlt und angenagt. Daher kann man den Bernstein hier mit Stangen und Netzen fischen oder durch Taucher gewinnen. Mühelos fällt das gesuchte Mineral den Menschen nach einem heftigen Orkan in die Hände, denn alsdann wälzt es die Brandung, in Seetang eingewickelt, ans Ufer, wo es tags darauf zusammengesucht wird. Eine einzige Sturmnacht im Samland lieferte 1866 2000 kg Bernstein. Jährlich gewinnt man gegenwärtig 100000 kg, ohne daß sich die Ergiebigkeit zu vermindern scheint. Das größte bis jetzt gefundene Stück wiegt 6750 g und wird auf 30000 Mark geschätzt; es befindet sich im Berliner Mineralienkabinet.

Der Bernstein, von dem gegenwärtig die halbdurchsichtige Varietät am meisten geschätzt wird, erhält seine Form auf der Drehbank oder nach der Erweichung durch Pressen und wird hernach durch Reiben mit

der Hand poliert. Kleine, sonst wertlose Stücke werden zu Räucherwerk und allerlei Präparaten verwendet (Bernsteinöl, Hackfirnis).

Dieses Mineral ist seit uralter Zeit bekannt. Lange vor Homer handelten schon die Phönizier mit Bernstein, welcher nach ihrer Aussage am Nordwestrand der Erdscheibe von Bäumen infolge der Sonnenhitze ausgeschwitzt wurde; ein Beweis, daß man seine pflanzliche Herkunft schon früher erkannt. Man nannte ihn Elektron oder Sonnenstein, und Homer erwähnt ihn bei der Schilderung der Burg des Menelaos. Die griechischen Frauen benutzten ihn gern als Spindel an ihren Spinnrädern, um sich an dem elektrisch werdenden Mineral zu erfreuen, wenn die Woll- oder Leinenfasern bald angezogen, bald abgestoßen wurden. Erst ein, von Nero abgesendeter, römischer Ritter entdeckte das Samland als Hauptquelle desselben. Unter dem Deutschritter-Orden durfte niemand gefundenen Bernstein selbst verwerten, und jeder Küstenbewohner mußte den „Bernsteineid" schwören. Gegenwärtig sind die Fundstellen vom Staat verpachtet. Der beste Abnehmer ist der Orient.

Bernstein kommt nie krystallisiert vor. Er besteht ähnlich wie Kampfer aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ($C_{10}H_{16}O$). $H = 2{,}5$; $G = 1$.

Das **Petroleum, Stein-** oder **Erdöl**. Jedermann kennt das leichtflüssige, im reinsten Zustand fast farblose und im auffallenden Licht bläulich schimmernde Öl, welches wir gegenwärtig allgemein zur Beleuchtung der Zimmer benutzen. Das Petroleum des Handels ist dünnflüssig, besitzt einen unangenehmen Geruch und brennt, doch nicht ohne Docht, mit heller, stark rußender Flamme. Auf dem Wasser schwimmt es, weil es leichter ist als dieses; an der Luft verdickt es sich allmählich.

Dieses mineralische Produkt findet sich auf der Erde weit verbreitet und in den verschiedensten Gesteinsschichten, so z. B. in Bayern bei Tegernsee, in Hannover bei Ölheim u. s. w. Es gibt fast kein Land, wo nicht irgendwo Petroleum sich wenigstens durch seinen Geruch in den davon durchdrungenen Gesteinen verrät oder in Tropfen auf der Oberfläche von Gewässern ansammelt. Größere Mengen finden sich vor allem im Kaukasus, wo sie in Begleitung höchst merkwürdiger Erscheinungen auftreten.

Das Öl führende Gebiet von Baku besitzt eine Größe von etwa 8 qkm und birgt in einer aus Thon, Sand und Sandstein bestehenden Schicht, welche unter einem ölfreien Kalkstein liegt, ungeheure Mengen Erdöl. Schon in geringer Tiefe stößt man bei Bohrungen auf dieselben, und sobald die ölführende Schicht erreicht ist, wird das Erdöl mit großer Gewalt meist mehrere Tage lang ausgeworfen. 1879 wurde eine solche Springquelle eröffnet, welche im Zeitraum einer Stunde ein Reservoir von 4000 Liter Gehalt ganz ausfüllte. Im Jahre 1878 verarbeiteten in Baku zusammen 140 Fabriken die enorme Menge von 8 Mill. Liter Naphtha, wie man das flüssige Petroleum auch nennt; und zwar stammte dieselbe nur von einem Gebiet von 4 qkm. In der ganzen Gegend strömen zugleich große Massen von Kohlenwasserstoffgasen aus, nach deren Entzündung riesige Flammen emporlodern. Wo man ein Loch in den Boden gräbt, da strömt dasselbe aus, und man braucht es nur zu entzünden, um Speisen darüber zu kochen.

Große Scharen indischer Feueranbeter wallfahrteten von jeher nach dieser altberühmten Gegend und bewohnten früher eigene Ansiedelungen,

sind aber jetzt selten geworden, da man die Gasausströmungen nutzbar gemacht und zu Beleuchtungszwecken sowie zur Heizung in großen Röhrenleitungen fortgeführt hat. Obwohl man schon im Altertum das Erdöl von Agrigent auf Sicilien in Lampen brannte, und Genua im 18. Jahrhundert sogar Petroleum zur Straßenbeleuchtung benutzte; obwohl das Erdöl von Tegernsee unter dem Namen St. Quirinusöl seit langem als Heilmittel benutzt wurde, entstand eine eigentliche Petroleumindustrie doch erst verhältnismäßig sehr spät, nachdem man den ungeheuren Reichtum Pennsylvaniens in Nordamerika an diesem Mineralstoff erkannt hatte. Dort und in Kanada sowie in Virginien stieß man auf Massen von Erdöl, welche sich kaum bewältigen ließen.

Das Ölgebiet Pennsylvaniens umfaßt etwa 8000 qkm, ist aber nicht überall gleich ergiebig. Oft scheinen Gase, Petroleum und Wasser, ihrem spezifischen Gewicht entsprechend, in Spalten oder größeren Hohlräumen übereinander unter hohem Druck gelagert zu sein, so daß je nach dem Punkt, an welchem sie von einem Bohrloch getroffen werden, einer dieser Stoffe mit großer Gewalt emporströmt. Man eröffnet die Gas- oder Erdöl führenden Schichten durch Bohrlöcher, welche man von oben senkrecht in den Boden treibt (siehe „artesische Brunnen“).

Der Brunnen von Butler in Pennsylvanien gab zuerst Öl, dann, als man tiefer bohrte, Gas von solcher Spannung, daß es den 800 kg schweren Bohrapparat hob. Der Brunnen von Delamater liefert soviel Gas, daß er zur Heizung und Beleuchtung der ganzen Umgegend dient. Es wird in eisernen Röhren weit fortgeleitet, treibt Maschinen mit großer Kraft, reduziert mehr Eisenerze als alle Hochöfen von ganz Pittsburg und liefert, angezündet, 12 m lange Riesenflammen, deren Brausen in der Nacht stundenweit vernehmbar ist. Steigen sie gerade empor, so sehen sie aus wie brennende Kirchtürme.

Die Umgegend dieser, seit 15 Jahren ohne Unterlaß und ohne merkbare Druckverminderung brennenden Flammen trägt im Winter üppige Vegetation wie ein Treibhaus, während ringsum tiefer Schnee die Wände des Thalkessels bedeckt.

Auch die Mengen von Erdöl, welche diese Brunnen emporwerfen, sind erstaunlich groß und lassen bis jetzt noch keine Abnahme erkennen. So lieferte der Lady-Hunter-Brunnen in anderthalb Jahren 145 000 Faß Petroleum, und einzelne Bohrungen riefen Ölquellen von solcher Mächtigkeit hervor, daß sie den Unternehmern zum Unheil gereichten. Viele Meter hoch sprangen fußdicke Strahlen von Naphtha empor, die benachbarten Häuser überschüttend, die Vegetation zerstörend; auf dem Wasser breitete sich das Öl aus und erstickte die Fische, und schließlich war der Schaden so groß, daß die zu zahlenden Entschädigungen den Ruin der Quellenbesitzer herbeiführten.

Versiegt ein bisher ergiebiger Brunnen, so wird mitunter zu einem Gewaltmittel gegriffen, um ihn wieder hervorzulocken. Eine Dynamitpatrone wird in den Schacht hinabgeworfen, damit sie durch den Fall explodiert. Hierauf ergreifen alle Umstehenden die Flucht, denn gewöhnlich erhebt sich nach einem dumpfen Knall eine mächtige Säule von Gas und Öl, mit Steinen und Erde untermischt, und überschüttet die ganze Umgebung, worauf die Erdölquelle oft wieder jahrelang fließt.

Sehr gefährlich sind im Öldistrikt die Gewitter; denn selten zieht ein solches vorüber, ohne daß der Blitz irgend eines der riesigen Petroleumreservoirs entzündet, welche viele tausend Liter enthalten. Die Entdeckung des pennsylvanischen Ölgebietes verursachte einen großartigen Aufschwung des Petroleumhandels und zugleich ein Zusammenströmen von gewinnsüchtigen, beutegierigen Menschen, wie es nur dem „Goldfieber" nach Bekanntwerden der kalifornischen Golddistrikte zu vergleichen ist. In einem einzigen Jahr wurden 2000 Bohrlöcher eingetrieben, und mancher machte sein Glück. Unberechenbare Mengen von Öl gingen anfangs infolge der unzureichenden Mittel verloren; Brände entstanden, und zuweilen verbreitete sich das Feuer auf die Oberfläche der Flüsse, auf welche sich die übermächtig strömende Naphtha ergoß, so daß alles flüchten mußte.

Das rohe Erdöl ist meist dunkel, sehr übelriechend und leicht entzündlich; es würde daher zu vielen Unglücksfällen Veranlassung geben, wenn es nicht vor dem Gebrauch raffiniert würde. Dies geschieht durch Destillation, und man erhält dabei technisch wertvolle Nebenprodukte, wie Petroleumäther, Petroleumbenzin, Paraffin und Ligroin. Rückstände werden als Schmieröl verwendet. Gegenwärtig verbraucht Europa allein 11 Millionen Zentner von diesem Brennstoff.

Anfangs glaubte man die Entstehung des Erdöles auf die Zersetzung großer Braun- oder Steinkohlenlager in der Erde zurückführen zu müssen. Nun fand es sich aber nicht immer in der Nähe von solchen, und seit man an der Küste des roten Meeres in den löcherigen, von Korallen gebildeten Kalkfelsen als Verwesungsprodukt der absterbenden Meerestiere die Bildung von Erdöl in reichlicher Menge beobachtete, ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß es sich aus animalischen Stoffen gebildet hat.

Petroleum besteht aus Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H) in verschiedenem Mischungsverhältnis. $G = 0{,}8 - 0{,}9$.

Die wasserhelle, dünnflüssige **Naphtha**, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, geht unter Aufnahme von Sauerstoff in das gelbe, schwerflüssige **Steinöl** über. Wenn dieser Vorgang stetig fortschreitet, bildet sich der schwarzbraune, zähe **Bergteer**, welcher an den meisten Fundorten des Petroleums vorkommt und durch Destillation weiter verarbeitet wird.

Endlich entsteht der **Asphalt**, auch **Erdpech** oder **Bitumen** genannt, eine glänzend schwarze, spröde Masse, welche nur in ganz dünnen Lagen braun durchscheinend ist, muscheligen Bruch besitzt und beim Reiben einen eigentümlichen (bituminösen) Geruch entwickelt. Es ist leicht schmelzbar und entzündlich und brennt dann mit heller Flamme, welche stark rußt.

Man findet dieses Mineral in Hohlräumen alter Gesteine, als Kluftausfüllung, sowie auch in Kalkstein, welcher zuweilen ganz mit Asphalt getränkt ist (sog. Asphaltstein). Auf Trinidad ist das Becken eines 1000 m langen und 120 m breiten Sees ganz mit unreinem Asphalt ausgefüllt, und große Lager sehr reinen Asphalts scheinen sich auf dem Grunde des toten Meeres zu befinden, wo sie zuweilen durch Erdbeben losgelöst werden und dann in dem sehr stark salzhaltigen Wasser ihrer Leichtigkeit wegen emporsteigen.

Dieses Mineral findet mancherlei Anwendung. Gelöst in Alkohol oder Terpentinöl dient es zu Malfarben, Firnis und Kitt für mikroskopische Präparate u. s. w. Überziehen wir eine Fläche mit Asphaltlösung in

Äther, bedecken sie dann mit einem photographischen Negativ (siehe Silber) und setzen sie längere Zeit dem Lichte aus, so löst sich der eingetrocknete Überzug, sobald wir ihn mit Äther waschen, nur mehr an den Stellen, welche nicht vom Lichte getroffen wurden. Es entsteht also ein positives Bild; von diesem Verfahren wird beim photographischen Steindruck Gebrauch gemacht.

Die ausgedehnteste Anwendung findet der Asphalt gegenwärtig zur Herstellung von Trottoiren nnd Straßenpflaster, welche Dämpfung des Wagengerassels mit leichter Reinhaltung und geringer Abnutzung vereinigen In der Anlage kommt ein Asphaltpflaster so teuer wie das beste Granitpflaster, ist aber nach 10 Jahren noch gut im stande, während jenes trotz seiner Härte nach jener Zeit fast aufgebraucht ist.

Asphalt besteht aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. H = 2; G = 1 — 1,2.

Das **Erdwachs** (Ozokerit). An vielen Orten, doch selten in ausbeutungswerter Menge (Boryslaw) in Galizien) findet sich dieses eigentümliche Mineral, welches nie krystallisiert, sehr starken Petroleumgeruch besitzt und bei grünlicher bis dunkelbrauner Farbe die Härte des Wachses zeigt. In der Hand erwärmt, wird es klebrig und knetbar, schmilzt bei 60°, löst sich leicht in Terpentinöl und verbrennt mit heller Flamme.

Der Ozokerit bildet nesterartige Lager, oft in bedeutender Tiefe, und der bildsame Stoff steht unter so hohem Druck, daß zuweilen das mit ihm eingeschlossene Gas denselben bei Eröffnung eines solchen Nestes plötzlich im Schacht emportreibt, so daß die Arbeiter nach höheren Lagen fliehen müssen.

Das rohe, in Formen gegossene Erdwachs dient zur Darstellung von Ceresin, Paraffin und verschiedenen Mineralölen.

2. Die Kohlen.

1. Der **Torf**. In muldenartigen Vertiefungen oder in wasserreichen Ebenen, wie Erdinger- und Donaumoos, norddeutsches Tiefland, sowie an dem allmählich sich senkenden Ufer mancher Landseen, z. B. dem Kochelsee in Oberbayern, können wir das Fortschreiten eines merkwürdigen Prozesses beobachten, welcher die Verwandlung von Pflanzenteilen in einen scheinbar unorganischen Stoff zur Folge hat. An den Rändern der stagnierenden Gewässer treten gesellig lebende Sumpfpflanzen in großen Massen auf. Über die zahlreichen niedrigen Pflanzen, die Moose, Parnassien, Sonnentaue, Sumpfbeeren, Eriken, die weiß schimmernden Wollgräser, die braunen Riedgräser erheben sich die schlanken Binsen, die sonderbaren Rohrkolben, der morgensternförmige Igelkolben, der blutrote Weiderich, die schönblumige Iris, das mannshohe Schilf. Die Wurzeln dieser unzähligen Pflanzen verflechten und verfilzen sich innig miteinander; ältere Gewächse sinken unter; jüngere ringen sich über dieselben empor, wachsen von dem Rande her wieder in das Wasser hinein und bedecken dasselbe mehr und mehr, bis sie sich mit der von Inseln nach dem Umfang hin wachsenden Vegetation vereinigen und eine dichte, geschlossene Pflanzendecke bilden. Unter derselben lauert noch viele Jahre lang die unheimliche, braune Wasserflut und bedroht den Unvorsichtigen, welcher sich durch das Erzittern des betretenen Moores nicht warnen läßt, im Fall des Durch-

brechens mit tödlicher Umarmung. Allmählich aber erreicht die nach unten beständig tiefer sinkende und oben nachwachsende Pflanzendecke den Boden und bildet eine 1—12 m mächtige Schicht, deren untere Teile einer langsamen Zersetzung anheimfallen.

Große Wasserflächen können auf diese Weise von der Vegetation buchstäblich erobert werden. Das Steinhuder Meer in Schaumburg-Lippe ist von 5400 auf 3600, der Federsee in Oberschwaben von 1100 auf 256 Hektar durch Torfbildung verkleinert worden; der sog. Rohrsee am Kochelsee, sowie die flachen Chiemseeufer sind anschauliche Beispiele für diesen Vorgang.

Der Torf ist um so dunkler, je tiefer die Schicht, aus welcher er entnommen wurde, und läßt in den oberen Lagen noch deutlich die organischen Reste erkennen. Je nach seiner Zusammensetzung ist er beim Ausnehmen schlammartig und wird dann geschöpft oder gebaggert, oder er ist zähe, so daß er sich mit einem eigentümlich geformten Eisen stechen läßt. An der Luft wird er fest, bleibt aber immer sehr geneigt, Wasser anzunehmen (er ist „hygroskopisch").

Zuweilen finden sich darin wohlerhaltene Skelette versunkener Menschen und Tiere aus längst vergangenen Zeiten. So fand man bei Aschau ein gewaltiges Nashorn, und aus den meilenweiten irischen Torfmooren bringt man nicht selten das Gerippe des Riesenhirsches.

Bekannt ist die Anwendung des Torfes als Heizmaterial; in neuerer Zeit benutzt man ihn auch zum Auslegen von Insektenkästen, sowie als Dungmittel und, getrocknet und gepulvert, als Streu in Viehställen, letzteres wegen seiner aufsaugenden und desinfizierenden Wirkung.

2. Die **Braunkohle.** Wenn Torflager früherer Erdperioden durch neugebildete Schichten von Schlamm und Thon bedeckt wurden, oder Pflanzenreste sich massenhaft an bestimmten Punkten sammelten, so wandelten sie sich allmählich in Braunkohle um. An diesem braunen bis tiefschwarzen Mineral erkennt man häufig noch die Holzstruktur der Pflanzen, welche einst in dem Torfmoore wuchsen oder versanken. Es ist nicht besonders hart, weicher als Kalifeldspat, kann leicht in Brand gesetzt werden und entwickelt viel Ruß, sowie einen unangenehmen Geruch. Kohlenstoff ist bis zu 75 Prozent darin enthalten, außerdem Sauerstoff, Wasserstoff und manche andere Bestandteile, durch deren Mischungsverhältnis die Menge der Asche bedingt wird.

Das sogenannte fossile Holz, der Lignit, zeigt noch am deutlichsten die Holzfaser, so daß selbst die Jahresringe einzelner Stämme oft noch gezählt werden können, und läßt sich zuweilen noch wie frisches Holz bearbeiten. Meistens stammt diese Braunkohle von Nadelbäumen, oft riesigen, mehrtausendjährigen Cypressen, deren Stämme in Thonschichten übereinander lagen und oft wie von einer ungeheuren Last zerdrückt sind. Dies deutet auf ein Versinken ganzer Waldstrecken in bedeutende Meerestiefen, während die Stämme an anderen Fundorten der Rinde entbehren, also als Treibholz zusammengeschwemmt wurden. Selten finden sich auch aufrechte Bäume an ihrem ursprünglichen Standort.

Die Bastkohle ist faserig und wohl aus Rinde entstanden; die Nadelkohle besteht aus Gefäßbündeln verfaulter Palmenstämme; die wenig holzähnliche Teile enthaltende Moorkohle verrät deutlich die Entstehung aus einem Torflager.

Die Erdkohle ist unrein, erdig und glanzlos, die Blätterkohle läßt sich in dünne Blättchen spalten und enthält sehr viele organische Reste, hinterläßt daher auch viel Asche.

Die Pechkohle, Gagat oder Jett läßt fast keine organischen Reste mehr erkennen, hat tief sammtschwarze Farbe und schönen Glanz. Diese schöne, der Steinkohle am nächsten stehende Braunkohle läßt sich drechseln, nimmt Politur gut an und wird daher zu Schmucksachen verarbeitet. Jettschmuck wird mit Glas- oder Kautschuknachahmungen gefälscht; doch sind erstere schwerer und leicht zerbrechlich, letztere nicht so stark glänzend.

Häufig enthält die Braunkohle eingesprengten Schwefelkies, welcher des schönen Glanzes und der gelben Farbe wegen von Unkundigen leicht für Gold angesehen wird.

Die Braunkohle, von der sich außer an vielen andern Punkten der Erde auch in Norddeutschland, in Sachsen, Thüringen, Böhmen ꝛc. große Lager finden, dient allgemein als Heizmaterial, wozu feste Kohle in Stücke zerschlagen, erdige in Formen gepreßt wird (Brikets). Auch Mineralöle und Paraffin, Braunkohlenteer und Ruß werden daraus gewonnen.

3. Die **Steinkohlen** oder Schwarzkohlen entstammen einer noch älteren Erdperiode als die Braunkohlen und sind durch allmähliche Umwandlung derselben entstanden. Sie stellen eine schwarze, undurchsichtige, formlose (amorphe) Masse von Glasglanz und geringer Härte dar, deren Gewicht das eines gleichen Raumteils Wasser wenig übertrifft. Oft sind Braun- und Steinkohlen einander zum Verwechseln ähnlich, lassen sich aber beim Übergießen mit heißer Kalilauge unterscheiden, welche durch erstere intensiv-braun, durch letztere unbedeutend gefärbt wird.

Man unterscheidet harte, beim Schlagen klingende Steinkohlen, mit langer Flamme, ette Kohlen, Schmiedekohlen und magere Kohlen, mit kurzer Flamme brennend. Zu den letzteren gehört der Anthrazit oder die Kohlenblende, eine eisenschwarze Kohle von starkem und metallischem Glanz, nicht selten auf den Spaltungsflächen in schönen Regenbogenfarben anlaufend. Er ist am schwersten entzündlich, gibt aber, wenn er einmal brennt, die größte Hitze und entwickelt keinen Rauch. Während die anderen Sorten noch eine Menge von Beimischungen enthalten, besteht der Anthrazit aus 94% Kohlenstoff und sehr wenig Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff; er ist demnach die reinste und zugleich die älteste Kohle. Dieses namentlich für den Hochofenbetrieb geschätzte Brennmaterial wird besonders in Pennsylvanien in großer Menge gewonnen.

Die Steinkohlen finden sich in Schichten („Flözen"), welche gewöhnlich muldenartige Vertiefungen älterer Gesteinsformationen ausfüllen. Vergleicht man die chemische Zusammensetzung von Holzfaser, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, so ergibt sich eine beständige Vermehrung des Prozentsatzes an Kohlenstoff, während Wasserstoff und Sauerstoff immer mehr zurücktreten. Offenbar sind Steinkohle und Anthrazit die letzten Stufen einer fortschreitenden Verkohlung pflanzlicher Stoffe. Man kann diese allmähliche Verkohlung an der Holzzimmerung mancher Bergwerke, sowie an den, in Torfmoore versunkenen Stämmen beobachten. Teilweise mögen Meeresalgen oder Treibholz an gewissen Stellen in großen Mengen aufgehäuft worden sein; teilweise verwandelten sich Torfmoore erst in Braunkohle, dann in Steinkohle, oder es versanken ganze Wälder mit üppigster

Vegetation und wurden mit Schlamm und Sand an ihrem ursprünglichen Standort zugedeckt. In den Kohlengruben von St. Etienne stehen z. B. riesige Sigillarienstämme noch aufrecht, und bei Louisiana finden sich elf Lager von verkohlten Cypressenstämmen über einander, in welchen einzelne Stämme 3 m dick und gegen 4000 Jahre alt geworden sind, bis eine Katastrophe ihnen den Untergang brachte. Gerade bei den Steinkohlenflözen kann man an den häufigsten Unterbrechungen einzelner Schichten durch Lagen von Thon oder Sand Überflutungen nachweisen, welche die Bildung der Kohle einige Zeit unterbrachen. Der Art ihrer Entstehung nach liegen die Flöze meist wagrecht, doch haben Zusammenziehungen der Erdrinde auch manche Verwerfungen hervorgerufen, so daß ein Kohlenflöz mitunter plötzlich abbricht und erst um 50 m höher oder tiefer wieder aufgefunden werden kann. Die größte Mächtigkeit eines solchen ist 30 m.

Weil die Steinkohlen einer älteren Erdperiode angehören, liegen sie meist sehr tief und können nicht wie Torf und manche Braunkohlen durch Tagebau gewonnen, sondern müssen bergmännisch gehoben werden. Die Kohlenbergwerke sind berüchtigt nicht nur wegen der anstrengenden Arbeit, sondern vor allem wegen der furchtbaren Explosionen, welche sich zuweilen darin ereignen. Diese werden teils durch Entzündung von Kohlenstaub, teils, und zwar der Mehrzahl nach, durch Entwickelung brennbaren Kohlenwasserstoffgases aus den Steinkohlenflözen veranlaßt. Letzteres gibt mit athmosphärischer Luft gemischt, ein höchst explosives Gemisch, welches der Bergmann „Schlagende Wetter“ nennt. Sehr häufig ist das Grubengas in Blasen oder großen Hohlräumen eingeschlossen und strömt, sobald diese durch einen Pickelhieb angeschlagen werden, oft unter hörbarem Geräusch (das „Krebsen“) in den Arbeitsraum. Besonders gefährlich ist die Sprengarbeit, welche mit einem einzigen Schuß viele hundert Kubikmeter Grubengas plötzlich zum Ausströmen bringen kann. Bei fallendem Barometer sind die schlagenden Wetter doppelt gefährlich, und in den Gruben ist alsdann größte Vorsicht nötig.

Erschreckend ist die Zahl der Opfer, welche diese Explosionen schon gefordert haben und noch fordern; die Zahl von hundert im Jahre ist nicht zu hoch gegriffen. 1857 gingen bei Sheffield 180 Bergleute auf einmal zu Grunde, und am 2. August 1869 wurden im Plauenschen Grunde bei Dresden 279 Arbeiter durch eine Entzündung schlagender Wetter getötet.

Durch ausgiebige Ventilation der Gruben sowie durch die Davysche Sicherheitslampe sucht man die Gefahr dieser Gase zu vermindern. Letztere Lampe ist nach dem Prinzip konstruiert, daß die Flamme eines Gases nicht durch ein feines Drahtgitter hindurchschlägt. Hält man z. B. über einen offenen Gasbrenner ein feines Drahtsieb, so kann man das durchströmende Gas oben entzünden, ohne daß sich die Flamme nach unten fortsetzt. Die Davysche Lampe besteht nun aus einem Zylinder von feinem Drahtnetz, welcher das Grubengas zwar eintreten aber die Flamme nicht durchschlagen läßt; es finden also beim Einströmen solchen Gases nur kleine Explosionen innerhalb des Lampenzylinders statt, welche die Arbeiter zu schleuniger Flucht warnen. Leider machen Leichtsinn und Unverstand der letzteren oft diese sinnreiche Vorkehrung zwecklos und führen schreckliches Unglück herbei.

Nicht nur durch die schlagenden Wetter, sondern auch durch Selbstentzündung von Kohlenstaub, durch die bei chemischen Prozessen, wie der Zersetzung von Schwefelkiesen entstehende Wärme werden nicht selten Kohlenflöze in Brand gesetzt und glühen dann unterirdisch fort, ohne in helle Flammen auszubrechen. So brennt bei Zwickau ein großes Kohlenflöz seit 3—400 Jahren gegen 70 m unter der Oberfläche und erwärmt trotz dieser Tiefe den Boden so stark, daß Treibgärten angelegt wurden, und mitten im Winter der Anblick frischen Grüns das Auge erfreut. In der bayerischen Pfalz steht ein 4 m mächtiges Kohlenflöz schon seit vielen Jahrhunderten in Brand, so daß der Boden wie ein Vulkan raucht, und in den Felsspalten, aus welchen die austretenden Dämpfe hervorbrechen, Schwefel, Salmiak u. s. w. sublimieren.

Die über solchen Brandherden liegenden Gesteinsschichten werden natürlich durch die Hitze in mancherlei Weise beeinflußt, zu Schlacken gebrannt oder jaspisartig geschmolzen, ohne daß die darinliegenden Pflanzenabdrücke ganz zerstört werden (Porzellanjaspis). Gewässer, welche solche Flöze durchströmen, werden zu heißen Quellen, ohne daß sie den Brand zu löschen vermögen. Millionen von Wert gehen auf solche Art verloren, und nur in den seltensten Fällen ist es möglich, durch Umdämmen mit Lehm und Abschluß der Luft den Brand einzuschränken.

Steinkohlenlager finden sich auf der Erde weit verbreitet im böhmischen Becken, in Sachsen, Rheinpreußen, Schlesien, bei Stockheim und pfälzisch St. Ingbert auf bayerischem Gebiet. Großartige Lager besitzt England, fast unerschöpfliche Nordamerika. Das Pittsburger Flöz hat z. B. bei einer Dicke von 3 m eine Fläche von 780000 qkm, d. i. 14000 Quadratmeilen.

Wenn auch schon die Chinesen vor langer Zeit mit Steinkohle heizten, und in englischen Gruben sogar Werkzeuge aus der Steinzeit vorgefunden wurden, so fällt der eigentliche Aufschwung der Steinkohlenproduktion doch erst in die Neuzeit, deren Fabriken, Eisenbahnen und Dampfschiffe täglich Tausende von Zentnern in Rauch aufgehen lassen. 1884 betrug der Gesamtverbrauch an Steinkohlen rund 410 Millionen Tonnen à 1000 kg und ist noch fortwährend im Steigen. Die gegenwärtige Generation braucht zwar noch keine Sorge zu haben, daß dieses unentbehrlich gewordene Brenn- und Heizmaterial zu Ende gehen könnte, da die Erde in den Kulturländern noch auf Jahrhunderte hinaus die „schwarzen Diamanten", wie man die Kohlen ihrer Nützlichkeit und ihrer chemischen Beschaffenheit wegen zu nennen pflegt, in Fülle birgt; aber bei dem steigenden Verbrauch werden sicher Zeiten kommen, wo auch die vielen, noch gar nicht angegriffenen Kohlenlager fremder Erdteile erschöpft sein werden.

Erhitzen wir ein Stück Steinkohle in einem Reagensgläschen und verschließen es mit einem Pfropfen, durch den eine ausgezogene Glasröhre gesteckt ist, so können wir das sich entwickelnde Gas oben an der Mündung des Glases entzünden. Was wir auf diese Weise erzeugt haben, ist im allgemeinen identisch mit dem L e u c h t g a s, welches unsere Städte und Wohnungen erhellt.

Die Fabrikation des Leuchtgases nimmt einen großen Teil der geförderten Steinkohlen in Anspruch. Man erhitzt dieselben — in England meistens die Cannelkohle — in langen, geschlossenen Retorten aus Chamotte, einem feuerfesten Thon, bis fast zur Weißglühhitze und leitet die, sich

entwickelnden Gase und Dämpfe in eine Vorlage, wo sie abgekühlt werden. Weitere Abkühlungen, Waschungen und chemische Mittel bewirken die Reinigung des Gases, welches nun durch einen Exhaustor aufgesaugt und durch eine große Gasuhr geleitet wird.

Dieselbe ist nach dem gleichen Prinzip gebaut, wie die kleinen Gasometer in den Läden, Wohnungen ꝛc. Ein halb mit Wasser gefüllter Raum birgt ein Rad, dessen Schaufeln Hohlräume umschließen. In diese strömt auf einer Seite des Rades Gas ein und bringt durch den Auftrieb der gasgefüllten Abteilungen das Rad zur Umdrehung. Oben entweicht das Gas in die Leitungsröhren, und die leeren Schaufeln tauchen auf der andern Seite wieder in das Wasser. Die Achse steht durch Räder mit einem Zeigerapparat in Verbindung, welcher gestattet, die hindurchgehende Gasmenge abzulesen.

Aus der Gasuhr strömt das Gas in den Gasometer, welcher aus einer großen eisernen Glocke besteht, die in einem gemauerten Bassin in Wasser taucht. Das von unten aufsteigende Gas sammelt sich in ihr und hebt die Glocke, welche dann beim Abschluß der Eintrittsrohre das Gas mit großer Kraft in die Leitungsröhren nach den Verbrauchsorten preßt. Es gibt auch Teleskopgasometer, welche aus drei verschiebbaren Teilen bestehen und bis 30000 cbm Gas fassen können. Solche befinden sich z. B. in der neuen Fabrik am Kirchstein bei München in Gebrauch. Der Verbrauch von Leuchtgas, welches sich auch aus Braunkohlen, Ölen, Fetten, Knochen ꝛc. herstellen läßt, ist seit dem Vorgang der Amerikaner, welche schon 1801 große Säle damit beleuchteten, ein enormer geworden. London allein verbraucht z. B. 30 Millionen Zentner Kohlen jährlich zu diesem Zweck. Außer zur Heizung und Beleuchtung benutzt man es zu Maschinenbetrieb, zum Füllen von Luftballons ꝛc.

Freilich bringt die brennbare Luft, welche sich der Mensch zur Beleuchtung und Heizung vermittelst eiserner Röhren in seine Wohn- und Arbeitsräume leitet, auch manche Gefahren mit sich. Bald da, bald dort bemerkt man den Geruch ausströmenden Leuchtgases, und der Verlust, welchen die Gasanstalten durch das Entweichen desselben erleiden, beträgt oft 15% der erzeugten Menge im Jahr. Nun gibt aber das Gas mit atmosphärischer Luft ein sehr explosives Gemisch, welche Eigenschaft bei den im Kleingewerbe vielgebrauchten Gasmotoren zum Antrieb eines Maschinenkolbens benutzt wird. Betritt man einen Raum, in welchem Gasgeruch bemerkbar ist, mit brennendem Licht, so können die heftigsten Explosionen entstehen. Außerdem steigt das ausströmende Gas seiner Leichtigkeit wegen oft von der Straße oder dem Keller aus in Wohnräume empor und verursacht zur Nachtzeit eine meist tödliche Vergiftung der Schlafenden durch das in ihm enthaltene Kohlenoxyd.

Wichtig sind auch die Nebenprodukte der Gasfabrikation, besonders der braune, dickflüssige Teer, aus dem man eine Anzahl industriell wichtiger Stoffe herstellt, wie Paraffin, Teeröle, Anilin- u. a. Teerfarben, Karbolsäure oder Phenol, Naphthalin, Benzol, Anthrazen u. s. w. Ferner dient das Ammoniakwasser zur Gewinnung von Ammoniak, die Kokes, der Rückstand aus den erhitzten Kohlen, dienen als Brennmaterial, und der an den Retortenwänden sich absetzende, harte Retortengraphit findet zu galvanischen Elementen und Kohlenstiften für elektrische Bogenlampen Verwendung.

Rückblick. Unter Mineralien verstehen wir anorganische Stoffe, welche den größten Teil der festen Erdrinde zusammensetzen. Man unterscheidet: 1. Die tesseral krystallisierende Steinsalzgruppe (Haloidsalze). Die hierher zählenden Mineralien sind entweder in Wasser löslich, wie das Steinsalz, und verraten sich dann durch ihren Salzgeschmack, oder sie sind unlöslich, wie der Flußspat.

2. Die Sauerstoffsalze, Verbindungen von Metallen mit den Resten sauerstoffhaltiger Säuren, sehr verschieden in Farbe, Härte u. s. w., doch keines von metallischem Aussehen.

3. Grundstoffe oder Elemente. Es sind dies chemisch bis jetzt nicht weiter zerlegte Mineralien, welche wir wieder in Metalloide (Schwefel und Kohlenstoff), sowie Metalle trennen. Von den letzteren kommen indes nur wenige gediegen in der Natur vor (Gold, Silber, Platin, Kupfer); die meisten müssen erst aus Verbindungen ausgeschieden werden (Eisen, Zinn).

4. Oxyde, d. h. Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff. Von diesen, meist nicht metallisch aussehenden, Mineralien sind die Oxyde der Metalle in Salpetersäure löslich, nicht aber die der Metalloide.

5. Sulfide. Eine Gruppe von Mineralien, welche außer einem Schwermetall noch Antimon oder Arsen, meist aber Schwefel führen.

6. Brenze, brennbare, durch langsame chemische Veränderung von Pflanzenstoffen entstandene Mineralien.

Die Kennzeichen der Mineralien bestehen zunächst in der Form; sie sind entweder gestaltlos (amorph), z. B. Brenze, oder viel häufiger krystallisiert und gehören in letzterem Falle einem der 6 Systeme an, welche man nach Richtung und Größe der Achsen unterscheidet.

Weitere Mittel zur Bestimmung liefern die Spaltbarkeit, welche oft sehr vollkommen ist (Glimmer), die Härte, deren Skala sich durch eine Reihe von Stufen zwischen Talk und Diamant bewegt; ferner das spezifische Gewicht, der Glanz und das Verhalten gegen das Licht. Einzelne Mineralien sind durchsichtig wie Glas (Steinsalz), andere nur in überaus dünnen Blättchen durchscheinend (Gold), andere vollkommen undurchsichtig (Blei). Manche brechen das Licht sehr stark (Diamant), einzelne doppelt (Calcit), mit anderen kann man die Lichtstrahlen polarisieren (Turmalin).

Wenige Mineralien verraten sich durch einen eigentümlichen Geruch (z. B. manche Brenze), viele in Wasser lösliche durch Geschmack (Steinsalz, Alaun.)

Eine Anzahl wird beim Reiben elektrisch (Schwefel, Bernstein); der Magnetismus findet sich nur beim Eisen, Magneteisenstein und Magnetkies. Einzelne leuchten im Dunkeln beim Reiben (Quarz, Flußspat), andere, wenn sie vorher dem Sonnenlichte ausgesetzt waren (Diamant), der Phosphor an freier Luft.

Während die erwähnten Eigentümlichkeiten physikalischer Natur sind und durch einfache Mittel, ohne eine Zersetzung des Minerals nachgewiesen werden können, befaßt sich die Chemie mit der Zusammensetzung desselben und sucht es in seine einzelnen Bestandteile zu zerlegen, wobei sich seine ganze Wesenheit verändert.

Wir können uns leicht ein Beispiel dafür verschaffen. Vor uns liegen Eisenfeilspäne und Schwefelpulver; erstere sind eisengrau, glänzend und werden vom Magnet angezogen; letzteres ist gelb, schmilzt bei

Erhitzung und brennt an der Luft mit blauer Flamme. Stellen wir nun aus beiden Körpern ein Gemenge her und erhitzen sie mit einander, so entsteht eine chemische Verbindung, das Schwefeleisen, welches keine der erwähnten Eigenschaften mehr zeigt. Es ist schwarz und porös, wird vom Magnet nicht mehr angezogen wie Eisen, schmilzt und brennt nicht wie Schwefel.

Chemische Veränderungen, welche die Bestimmung eines Minerals ermöglichen, werden entweder auf nassem oder auf trockenem Wege hervorgebracht. Der erstere besteht in der Auflösung in Säuren, wobei z. B. Eisenglanz sich ruhig, Spateisenstein unter Gasentwickelung, Schwefelmetalle oft unter Bildung eines Niederschlages lösen. Die Auflösung in Wasser (z. B. Steinsalz, Alaun) ist nur eine physikalische Veränderung, wenn nicht zugleich ein chemischer Vorgang stattfindet, wie bei Berührung von Natrium und Kalium mit Wasser. Die in letzterem gelösten, chemisch nicht veränderten Minerale lassen sich meist beim Verdampfen des Wassers in Krystallform wieder erhalten.

Der trockene Weg besteht in der Erhitzung der Körper. Häufig hält man über eine starke Weingeistflamme ein sog. Reagensgläschen, in dem ein Stückchen des zu untersuchenden Minerals liegt. Dabei entweicht das Wasser aus Gips, Soda u. s. w. und setzt sich an der kälteren Mündung des Glases in Gestalt von Tropfen ab; Quecksilber, Schwefel &c. sublimieren, Antimonverbindungen verraten sich durch einen weißen Rauch, Steinkohle gibt ein brennbares Gas.

Beim Erhitzen mit Holzkohle erkennt man am Geruch die Schwefel- und die Arsenverbindungen, sowie manche Metalle an einem charakteristisch gefärbten Beschlag (Blei z. B. schwefelgelb, Zink weiß, Wismut zitrongelb). Der Beschlag des Arsens verflüchtigt sich und färbt die Flamme bläulich, der des Antimons grünlich, der des Zinks leuchtet, ist aber nicht flüchtig.

Oft treten nur dann chemische Veränderungen ein, wenn man die Mineralien während der Erwärmung mit gewissen Stoffen (Reagentien) in Berührung bringt. So reduzieren sich manche Metalloxyde nur mit Soda, Kieselerde und Baryt werden löslich, sobald man sie mit letzterer zusammenschmilzt.

Viele Mineralien verleihen der Flamme, in welcher man sie erhitzt, eine Färbung, welche als Kennzeichen dient, z. B. Natriumsalze gelb, Kaliumsalze violett, Strontiumsalze rot, Kupfersalze grün.

Die Boraxperle wird durch manche Metalloxyde in der Hitze intensiv gefärbt, und dient diese Farbe hernach oft zur Bestimmung minimaler Spuren. Eisenoxyd gibt z. B. eine gelbe, Kobaltoxyd eine blaue, Manganoxyd eine violette, Chromoxyd eine grüne Perle.

Die Wichtigkeit der Mineralien für den Menschen ist eine sehr große, schon deshalb, weil ja die aus ihnen bestehende Erdrinde fast alle zum Aufbau der Pflanze nötigen Stoffe enthält, welche allmählich durch Verwitterungsprozesse gelöst und jener zugänglich werden. Die Löslichkeit der Mineralien bedingt also die Existenz der Pflanzen und damit auch die der Tiere und zuletzt des Menschen, der wieder ohne diese beiden nicht leben kann.

Aber auch die direkte Verwendung der Mineralien seitens des Menschen ist eine sehr ausgedehnte. Seiner Nahrung pflegt er zwar nur eines, das Salz, beizumischen; aber dieses ist ihm auch geradezu unentbehrlich.

Kulturvölker überbrücken die breitesten Ströme mit Eisen und bedienen sich der edlen Metalle als Geld zur Erleichterung des Handels und Verkehrs. Eine lange Reihe von Mineralien findet entweder direkte Verwendung zu mancherlei industriellen Zwecken, wie Soda, Kupfervitriol, Salpeter, oder dient zur Herstellung unentbehrlich gewordener Stoffe, wie die Steinkohle zur Erzeugung des Leuchtgases, des Teers u. s. w., der Schwefel zur Fabrikation der Zündhölzer u. s. w. Auch der Schönheitssinn des Menschen hat an denjenigen Mineralen Gefallen, welche durch Reinheit und Beständigkeit, sowie Bildsamkeit ausgezeichnet sind, wie die Edelmetalle, oder welche durch ihre schönen Farben, ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und ihre Härte auffallen, wie die Edelsteine.

II. Teil. Erdgeschichte.

Geologie.

Wenn wir die Verschiedenartigkeit der einzelnen Bestandteile der Erdrinde sowohl in Bezug auf Aussehen, Vorkommen, Lagerung u. s. w. als auf innere Zusammensetzung ins Auge fassen, so drängt sich uns die Frage auf, welche Vorgänge bei der Bildung der Erdrinde stattgefunden haben mögen. Diese Frage wird natürlich niemals mit Sicherheit beantwortet werden können, da es sich um weitentlegene Zeiträume handelt, deren Zeuge überhaupt kein organisches Wesen, geschweige denn der Mensch, gewesen ist, welcher erst zuletzt die Erde betrat. Es kann sich vielmehr hier nur um wissenschaftliche Wahrscheinlichkeitsschlüsse, Hypothesen handeln, welche sich auf Beobachtungen und Experimente stützen.

Die allgemein als richtig angenommene Ansicht ist, daß ursprünglich alle jetzt das Weltsystem bildenden Stoffe in einem ungeheuren Gasballen von denkbar höchster Hitze vereinigt waren, der sich um seine Achse drehte. Um die, bei der Bildung der Weltkörper wirkenden Kräfte zu verstehen, ist es zunächst nötig, einige Naturgesetze an Beispielen zu erläutern.

1. Wenn wir ein nasses Rad schnell drehen, so fliegen Tropfen nach allen Seiten weg, immer aber in einer Richtung, welche eine *Tangente* zur Peripherie des Rades bildet. —

2. Hängen wir an einem Faden ein Kügelchen von Hollundermark auf und bringen einen dichten, schweren Körper, etwa eine Metallkugel, in dessen Nähe, so wird es merklich angezogen. Dasselbe findet statt, wenn wir an der Wand eines steilen Berges ein Lot fällen. *Große Körper ziehen also kleine an.* —

3. Lassen wir irgend einen Gegenstand aus der Hand, so *fällt* er zu Boden; die Richtung seines Falles würde verlängert durch den Mittelpunkt der Erde gehen; er fällt d. h. er ist *schwer*, weil ihn die Erde *anzieht*. —

4. Ein abgeschossener Pfeil, ein geworfener Stein haben das Bestreben in ihrer ursprünglichen Richtung fortzufliegen, werden aber durch die Anziehungskraft der Erde, also durch ihre Schwere, in einer langsam sich senkenden Bogenlinie wieder zu Boden gezogen. Würde diese Schwerkraft nicht wirken, so würden sie ins Unendliche fortfliegen. Ein Körper hat die Eigenschaft, die ihm *innewohnende Bewegung beizubehalten.* Wir sehen dies deutlich, wenn wir in einem Kahne oder Wagen stehen; beim Abstoßen fallen wir, wenn wir nicht gefaßt sind, nach rückwärts, weil unser Körper an Ort bleiben will, während die Füße weggezogen werden;

bei der Ankunft fallen wir ebenso nach vorne, weil jetzt der Körper bestrebt ist, die einmal erhaltene Bewegung beizubehalten, während die Füße am Boden des plötzlich still stehenden Fahrzeuges haften. Aus demselben Grund sind wir im stande, laufend Ball zu spielen, wenn wir den Ball nur immer genau senkrecht emporwerfen; statt hinter uns zu Boden zu fallen, wie man glauben sollte, kehrt er wieder in unsere Hand zurück; denn er hat dieselbe Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung wie wir selbst durch unsern Lauf erhalten und ist deshalb nicht wirklich senkrecht, sondern in einer schief aufsteigenden und dann wieder ebenso fallenden Bogenlinie geflogen.

Die oben geschilderten Naturkräfte, die Centrifugalkraft, die Schwerkraft und das Beharrungsvermögen haben nun, wie man annimmt, die Entstehung der Weltkörper aus dem anfänglichen Chaos bedingt. Durch die infolge der Drehung auftretende Centrifugalkraft wurden Teile des großen Gasballes weggeschleudert und flogen anfangs in der Richtung der Tangente davon; aber infolge der Anziehungskraft wurden sie wieder in ihrer Bewegung abgelenkt und nahmen nun eine Bahn an, deren Richtung durch die beiden, einander das Gleichgewicht haltenden Kräfte bestimmt wurde und in einer ungeheuren Ellipse noch heute um ihren Ausgangspunkt herumführt. Dabei behielten diese losgetrennten Teile infolge des Beharrungsvermögens ihre Drehung bei, welche auch thatsächlich bei allen Weltkörpern, soweit wir beobachten können, in der gleichen Richtung erfolgt.

Die Lostrennung geschah, wie man fast mit Sicherheit annehmen kann, infolge allmählicher Abplattung an den Polen und Verdickung an der Äquatorlinie, worauf sich anfangs wahrscheinlich zuerst ein Ring loslöste, der infolge der Weiterdrehung zerriß und sich zu einem oder mehreren Weltkörpern zusammenballte.

Man ist zu diesen Schlüssen durch die Gestalt der Weltkörper, welche ja alle eine Abplattung an den Polen und eine Verdickung am Äquator zeigen, sowie durch den noch heute bestehenden Ring des Saturn, ferner auch durch das Experiment gekommen, daß man Ölkugeln in einer geeigneten Flüssigkeit schnell um ihre Achse rotieren ließ. Auf die gleiche Weise mögen sich auch die Monde der Planeten gebildet haben, welche von diesen zuerst entstandenen Weltkörpern durch fortgesetzte Drehung weggeschleudert wurden, aber infolge der Anziehungskraft zuletzt in eine um die größeren Planeten herumführende Bahn gedrängt wurden. Nachdem sich so nach dem Willen des Schöpfers das Chaos geordnet, und die Weltkörper ihre Bahnen eingeschlagen hatten, begannen die kleineren derselben zuerst durch Abkühlung an ihrer Oberfläche eine feste Rinde zu bilden, in welcher sich die vorher feuerflüssigen Grundstoffe oder Elemente je nach dem Grade ihrer Schmelzbarkeit früher oder später teils in gediegenem Zustand absetzten, teils miteinander Verbindungen eingingen. So entstand auch unsere Erdrinde.

Bei Betrachtung der Planeten und der Sonne können wir den Entwickelungsgang überschauen, den die Erde durchzumachen hatte, und der ihr vielleicht noch bevorsteht. Während die Sonne noch einen riesenhaften Feuerball vorstellt, hat der Saturn schon den erwähnten Ring abgesondert, der Mars bereits eine Rinde gebildet, während der Mond, welcher unsere Erde umkreist, soweit der Stand der heutigen Wissenschaft

nachzuweisen vermag, bereits im Zustand vollkommener Erstarrung sich befindet.

Steigt man in einem Schacht tiefer in die Erdrinde hinab, oder senkt man ein Thermometer in ein Bohrloch, so läßt sich eine Zunahme der Wärme nachweisen, welche bei 100 m ungefähr 1° beträgt. Freilich ist auch das tiefste Bohrloch noch immer im Verhältnis zum Erddurchmesser so gering, daß wir es mit einem Nadelstich in einen meterdicken Globus vergleichen können und unsere Kenntnis vom Innern der Erde kann nur auf Vermutungen beruhen. Sind aber diese Vermutungen richtig, so muß, wenn die Temperaturzunahme in dem angegebenen Verhältnis fortschreitet,

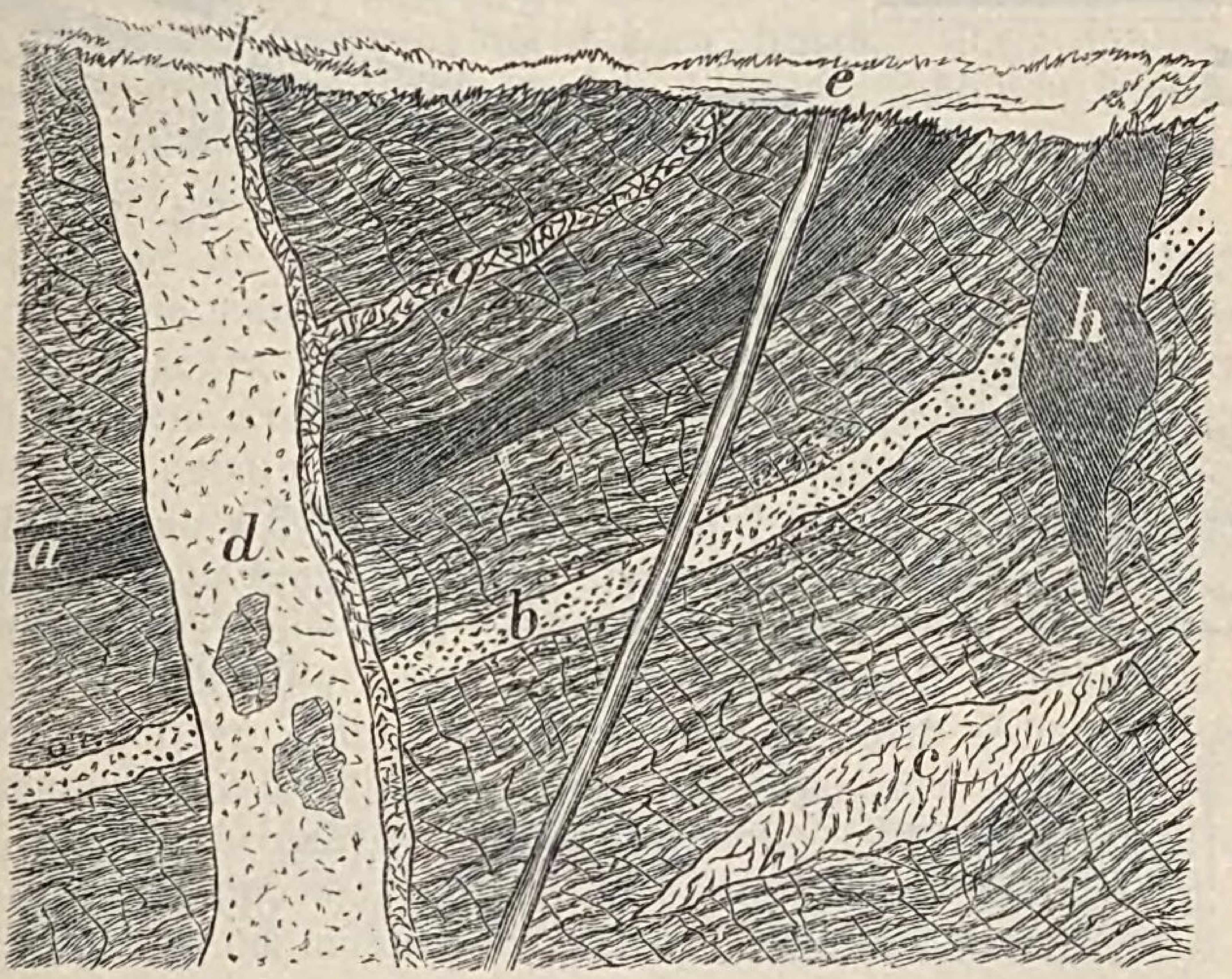


Fig. 51. Gangbildungen.
a Lager, b Impr. Lagergestein, c Lagerstock, d Gesteinsgang, e Erzgang, f Kontaktgang, g Lagergang, h Gangstock.

schon in der Tiefe von einigen Tausend Metern eine Temperatur herrschen, bei welcher alle uns bekannten Grundstoffe sich in feuerflüssigem Zustand befinden müssen, wenn sie nicht doch wieder durch den ganz unberechenbaren Druck, den die allmähliche Zusammenziehung der Erdrinde ausübt, zu einer festen Masse zusammengepreßt werden. Es ist wenigstens schon gelungen, die meisten Gase und auch die atmosphärische Luft durch gewaltigen Druck, freilich auch unter Einwirkung bedeutender Kältegrade so zu komprimieren, daß sie zu festen Körpern wurden.

Soviel ist gewiß, daß an Stellen, wo die Erdrinde bis zu unbekannten Tiefen klafft, feuerflüssige Massen von Lava emporsteigen, sowie daß Quellen, welche aus großen Tiefen heraufkommen, eine sehr hohe Temperatur zeigen. Die zuerst gebildeten Schichten der Erdrinde verdanken ihre Bildung also wahrscheinlich einer direkten Erstarrung aus dem feuerflüssigen Zustand, wie Gneis, Granit, Porphyr, die sogenannten Urgesteine. Sicher nachgewiesen und vor unsern Augen noch zu beobachten ist diese Bildung an dem aus der Lava entstehenden Basalt und andern Eruptiv- (Auswurfs-)

gesteinen. Mineralien und Gesteine, welche auf solche Weise entstanden, nennt man plutonisch.

Bei weiterer Erstarrung mußte sich die Erdrinde auch noch stärker zusammenziehen, so daß die schon gebildete Erdrinde zu groß wurde. Legen wir einen Apfel auf die heiße Herdplatte und nehmen ihn, sobald er Siedhitze zeigt, weg, um ihn mit kalten Wasser zu übergießen, so zieht er sich

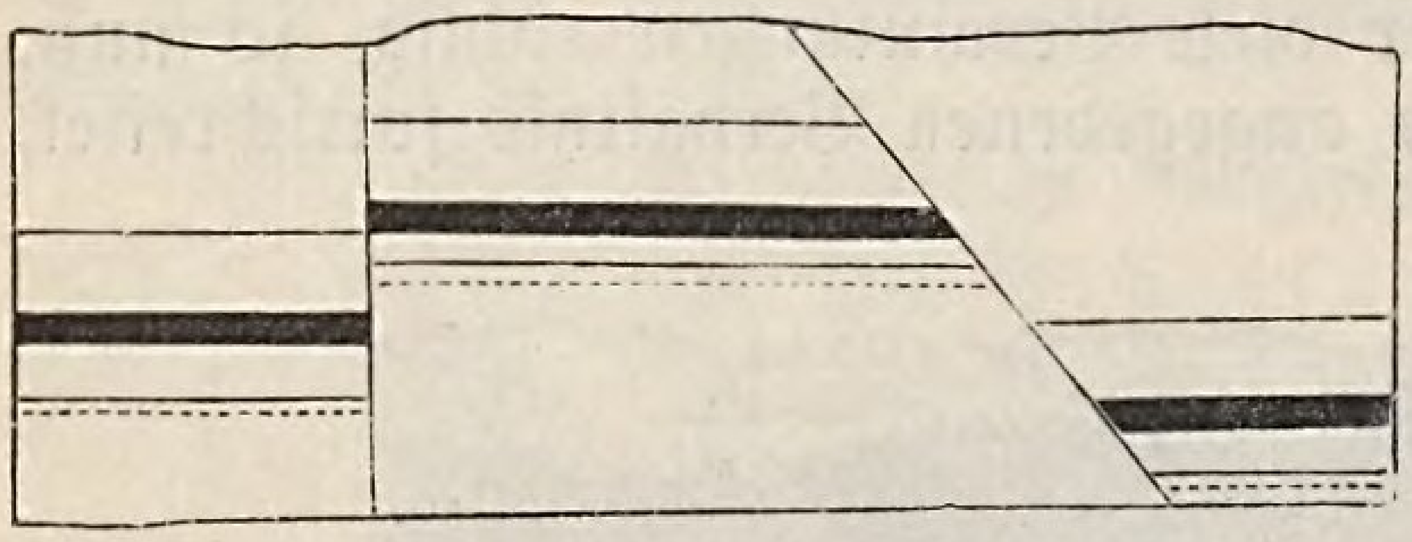


Fig. 52.

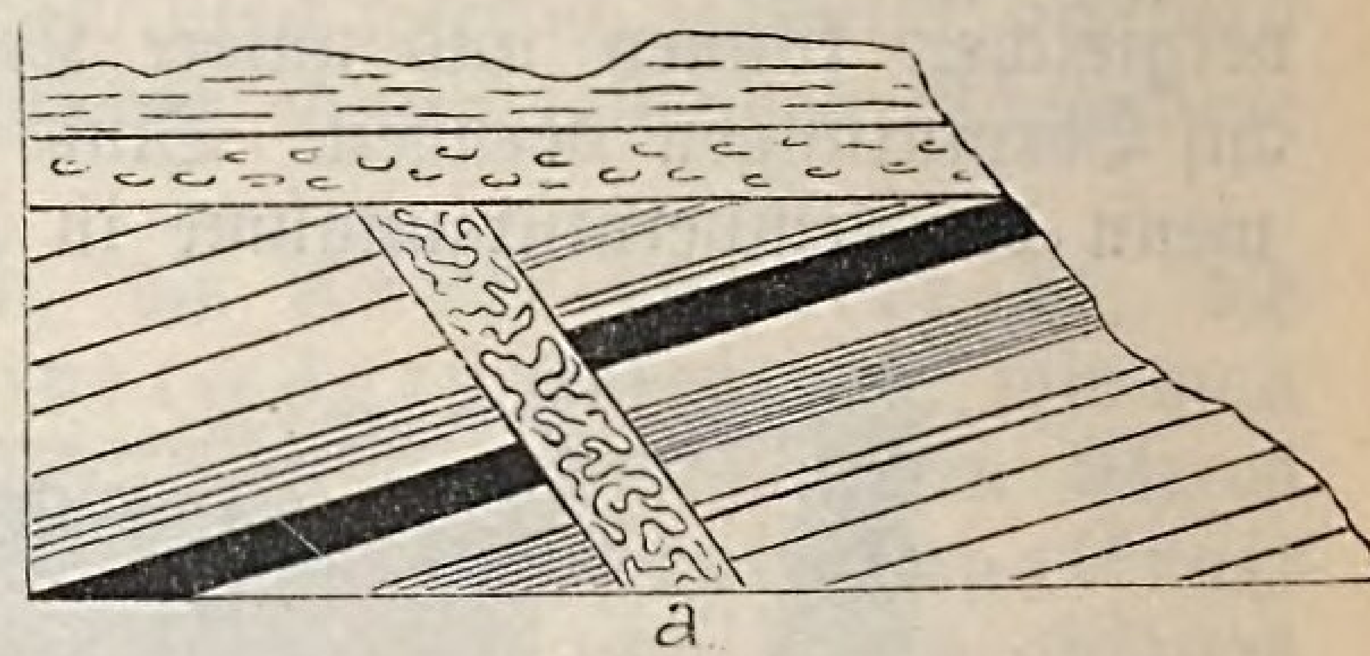


Fig. 53.

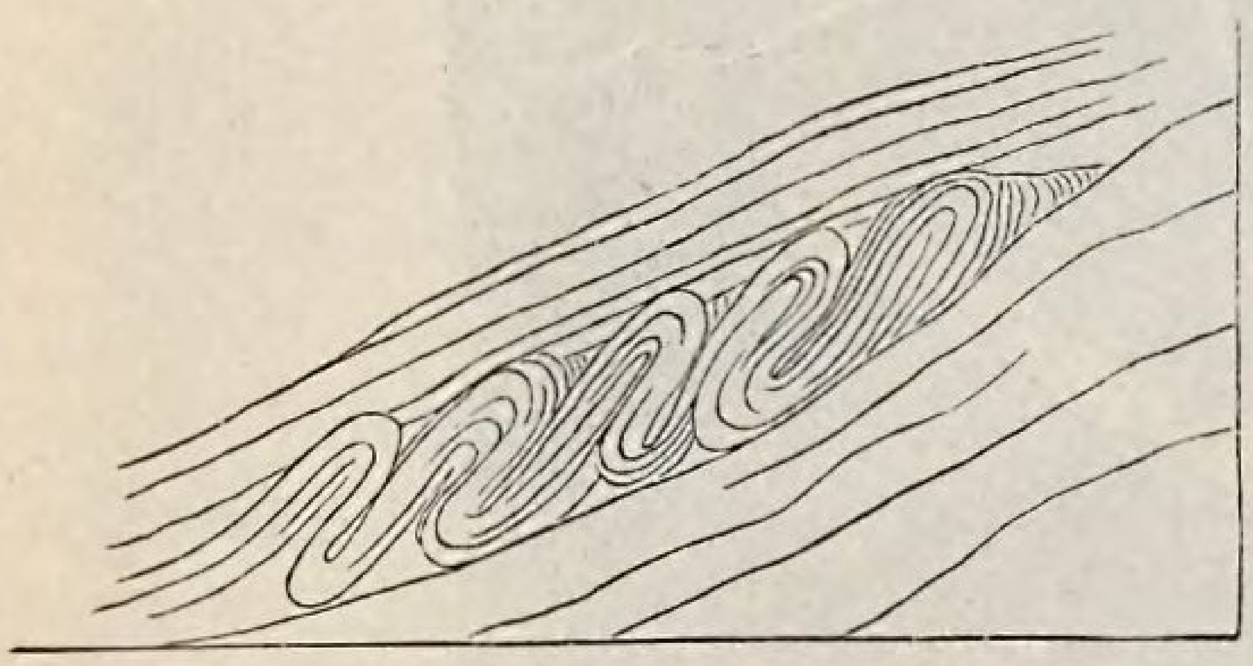


Fig. 54.

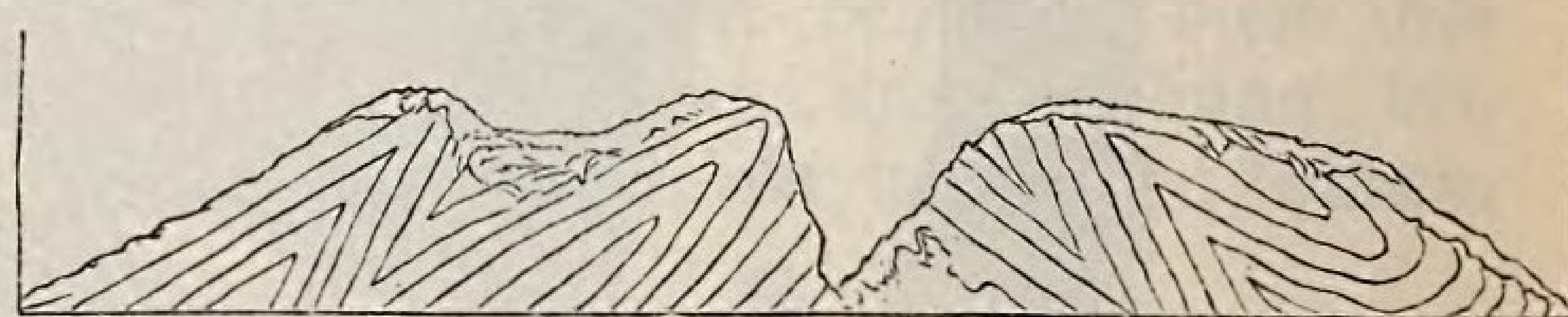


Fig. 55.

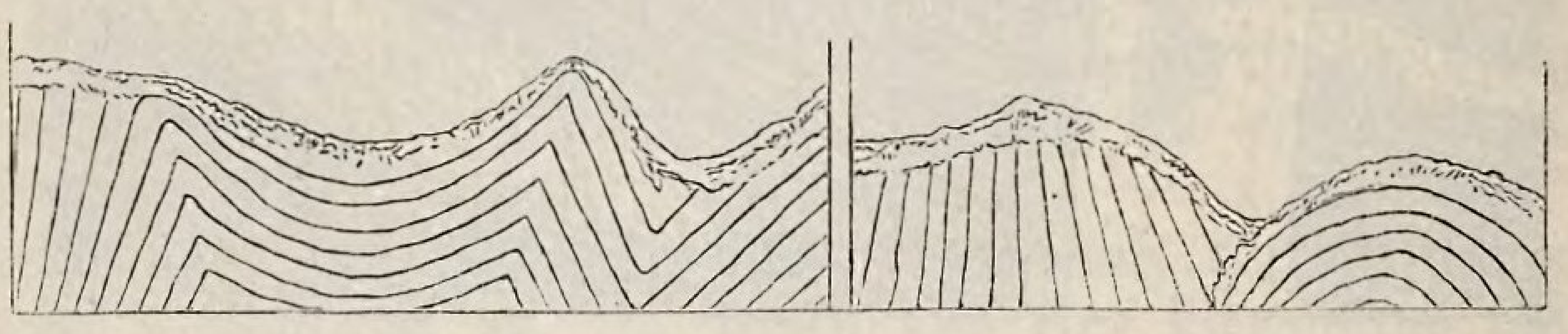


Fig. 56.

Fig. 52—56. Schichtenbildungen, Faltungen und Verwerfungen.

sehr schnell zusammen, und die Haut bildet Falten oder Runzeln. Auf diese Weise mögen sich auf der erkaltenden Erdrinde die langen Kettengebirge gebildet haben. Bei diesen Faltungen wurde natürlich die kaum gebildete Rinde an manchen Stellen wieder gebrochen, und in die entstandenen Sprünge drangen von unten herein mineralische Stoffe im feuerflüssigen Zustand und füllten sie beim Erkalten vollständig aus. So bildeten sich die in manchen Gesteinen eingesprengten Gänge und Erzadern. Vergl. die Abbildungen Fig. 51—56.

Auf der erkaltenden Erdrinde schlugen sich Wasserdämpfe nieder und sammelten sich in den zwischen den Falten liegenden Vertiefungen zu großen Becken. Aus diesen stiegen Wasserdünste auf, sobald die Sonnenwärme einwirkte, und ergossen sich als Regen über die Erde. Dabei schwemmten sie auf ihrem Wege von den Kämmen der Gebirge zum Thal eine Menge mineralischer Bestandteile herab, während ein Teil dieser Gewässer, ins Innere der Erdspalten dringend, dort mineralische Stoffe löste und, als Quelle zu Tage tretend, an geeigneten Stellen wieder absetzte. Die Wirkung der Gewässer übte nun gleichfalls einen bedeutenden Einfluß auf die

Gestaltung der Erdrinde sowohl als auf die Bildung der Mineralien und Gesteine, von denen manche ihre Entstehung aller Wahrscheinlichkeit nach nur dem Wasser verdanken können. Man nennt sie deshalb neptunisch.

Während diese neptunischen Bildungen unaufhörlich seit dem ersten Niederschlag von Wasserdämpfen auf der Erde stattfinden, haben auch die plutonischen nie aufgehört. Teile der Erdrinde, welche einst tief unter Wasser waren, sind durch die im Innern wirkenden Kräfte emporgehoben worden, und nur die darin eingeschlossenen Reste von Meerestieren oder Süßwassergeschöpfen deuten darauf hin, daß man es mit früher von Wasser bedeckten und im Wasser gebildeten Schichten zu thun hat. Die Kreide, der Muschelkalk, der lithographische Schiefer sind solche Gesteine, in denen unzählige Reste von Tieren eingeschlossen liegen. Diese sanken auf den Grund des Wassers hinab und wurden hier mit Schlamm bedeckt, der sie einhüllte und allmählich unter dem Druck der darüber liegenden Wassermassen zu festem Gestein wurde.

Dieser Druck ist in größeren Tiefen so bedeutend, daß fest verschraubte eiserne Rohre, die man in jene Tiefen hinabließ, zerquetscht und zerknittert wieder heraufgezogen wurden und daß Tiere, die man von dort heraufbringt, durch den Druck des in ihnen befindlichen Wassers förmlich zersprengt werden, sobald sie an die Oberfläche kommen.

In dem feinen Schlamm blieben selbst die zarteren Teile der eingeschlossenen Tiere so wohl erhalten, daß wir über eine große Anzahl derselben, namentlich aus dem Thonschiefer und dem Solnhofer Stein, ziemlich genau unterrichtet sind. In größter Anzahl finden sich natürlich von Resten kleinerer Tiere diejenigen, welche durch Schalenpanzer besser geschützt waren, also Krebse, Muscheln und Schnecken, und gewisse Formen derselben, welche besonders häufig auftreten, werden geradezu als Leitfossilien benutzt, um das Alter der betreffenden Schicht zu schätzen. (Vgl. die Figuren im nächsten Abschnitt: „Zeitalter der Erde“.)

Während Teile der Erdrinde sich erhoben und erst als Inseln, dann als Kontinente über die Wassermassen emportauchten, sanken andere hinab und liegen jetzt unter dem gegenwärtigen Meeresspiegel. So ist das Mittelmeer in seiner jetzigen Gestalt eine verhältnismäßig junge Bildung; die Meerenge von Gibraltar war ehedem keine freie Straße, sondern mitten in ihr lag eine Insel, auf welcher ein Heraklestempel stand. Jetzt ist sie versunken und zwischen den Säulen des ehemaligen Tempels, welche man bei einer Tiefseelotung entdeckte, haben die Fische ihr Heim aufgeschlagen.

So war auch Skandinavien früher eine Insel und ist erst durch allmähliche Erhebung zu einer Halbinsel geworden, welche das weiße Meer von dem baltischen trennt. Die Küste steigt noch fortwährend, wenn auch langsam, und man sieht in einer Höhe von 150 m über dem Seespiegel die alten Strandlinien, welche durch Wassereinschnitte gebildet wurden, an den Felsenhöhen fortlaufen. Dagegen senkt sich die Küste von Italien ebenso allmählich an der Westseite, während sie an der Ostseite im Steigen begriffen ist. Ravenna, die einst so volkreiche und besuchte Hafenstadt, liegt z. B. jetzt 2 Stunden vom Meere entfernt. An den holländischen und friesischen Küsten sind viele Tausend Morgen Land noch in historischer Zeit allmählich im Meere versunken.

Veränderungen von bedeutendem Umfang rufen zuweilen vulkanische Erscheinungen auf der Erdoberfläche hervor. Tief im Innern unseres



Fig. 57. Vesuvausbruch.

Planeten walten noch geheimnisvolle Kräfte und machen sich von Zeit zu Zeit durch Erscheinungen bemerkbar, welche das Erstaunen und Entsetzen der Menschen erregen. In der Regel schreibt man die unter dem Namen Erdbeben bekannten Wirkungen dieser Kräfte einer ungleichmäßigen Zusammenziehung der Erdrinde einerseits, der Spannung von in der Tiefe liegenden, unter hohem Druck befindlichen, übermäßig erhitzten Stoffen

andrerseits, sowie teilweise auch dem Einsturz großer, unterirdischer Hohlräume, z. B. auf Ischia, zu.

Der ersteren Ursache entspringen die Verschiebungen und Verwerfungen wagrechter, neptunischer Schichten, welche aber in der Regel sehr allmählich vor sich gehen; ferner wahrscheinlich auch die Erdbeben von großer Ausbreitung ohne vulkanische Ausbrüche. Ein solches ist wohl das berüchtigte Erdbeben von Lissabon 1755 gewesen.

Aus statistischen Berechnungen ergibt sich auch eine besondere Häufigkeit der Erdbeben zu der Zeit, wo Mond und Sonne unserem Planeten am nächsten stehen; dieser Umstand deutet auf einen gewissen Einfluß, welchen ihre Anziehung auf das wahrscheinlich im feuerflüssigen Zustand befindliche Erdinnere ausübt.



Fig. 58. Ansicht des Vesuv.

Wenn bei Verschiebungen und Erschütterungen eine Spaltung der Erdrinde stattfindet, so dringen die in der Tiefe befindlichen Gase und andere Stoffe empor und rufen jene Erscheinung hervor, die als Vulkanausbruch von den Bewohnern aller vulkanischen Gegenden gefürchtet ist. (Fig. 57.) Dieselbe ist meist von heftigem unterirdischem Getöse, donnerartigem Rollen und gewaltigen Erschütterungen des Bodens begleitet, welche gefahrbringende Einstürze von Gebäuden und Felsmassen veranlassen. Dabei wird in der Regel Lava ausgeworfen, welche als feuerflüssiger Strom anfangs mit großer Schnelligkeit die Wände des Vulkans herabstürzt, aber gewöhnlich bald in ihrem Laufe verlangsamt und oft so rasch, wenigstens an ihrer Außenfläche, erstarrt, daß es zuweilen möglich wird, wie bei Torre del Greco am Vesuv, über einen noch fließenden Lavastrom hinwegzukommen.

Die Vulkane bilden gewöhnlich mächtige Kegel aus aufgeschütteter Masse von Lava und Bimsstein, sowie Asche, auf deren Spitze ein oder mehrere trichterförmige Einsenkungen, Krater genannt, die Austrittsstelle der Eruptionsmasse bezeichnen. Oft sind Vulkane viele Jahre erloschen;

so war beim Vesuv vor dem furchtbaren Ausbruch vom Jahre 70 nach Chr., welcher Pompeji, Herkulanum und Stabiä verschüttete, jede Erinnerung an die vulkanische Natur des Berges verschwunden. Seitdem hat sich seine Thätigkeit in mehrjährigen Zwischenräumen immer wiederholt und kündigt sich in den Ruhepausen wenigstens durch Ausstoßen von Rauch und Dampfwolken, sowie Gasausströmungen und nächtliche Feuererscheinung an. (Vergl. Fig. 58.)

Die Neuzeit hat von mehreren furchtbaren Vulkanausbrüchen und Erdbeben zu erzählen, deren gewaltigstes die Eruption im Jahre 1883

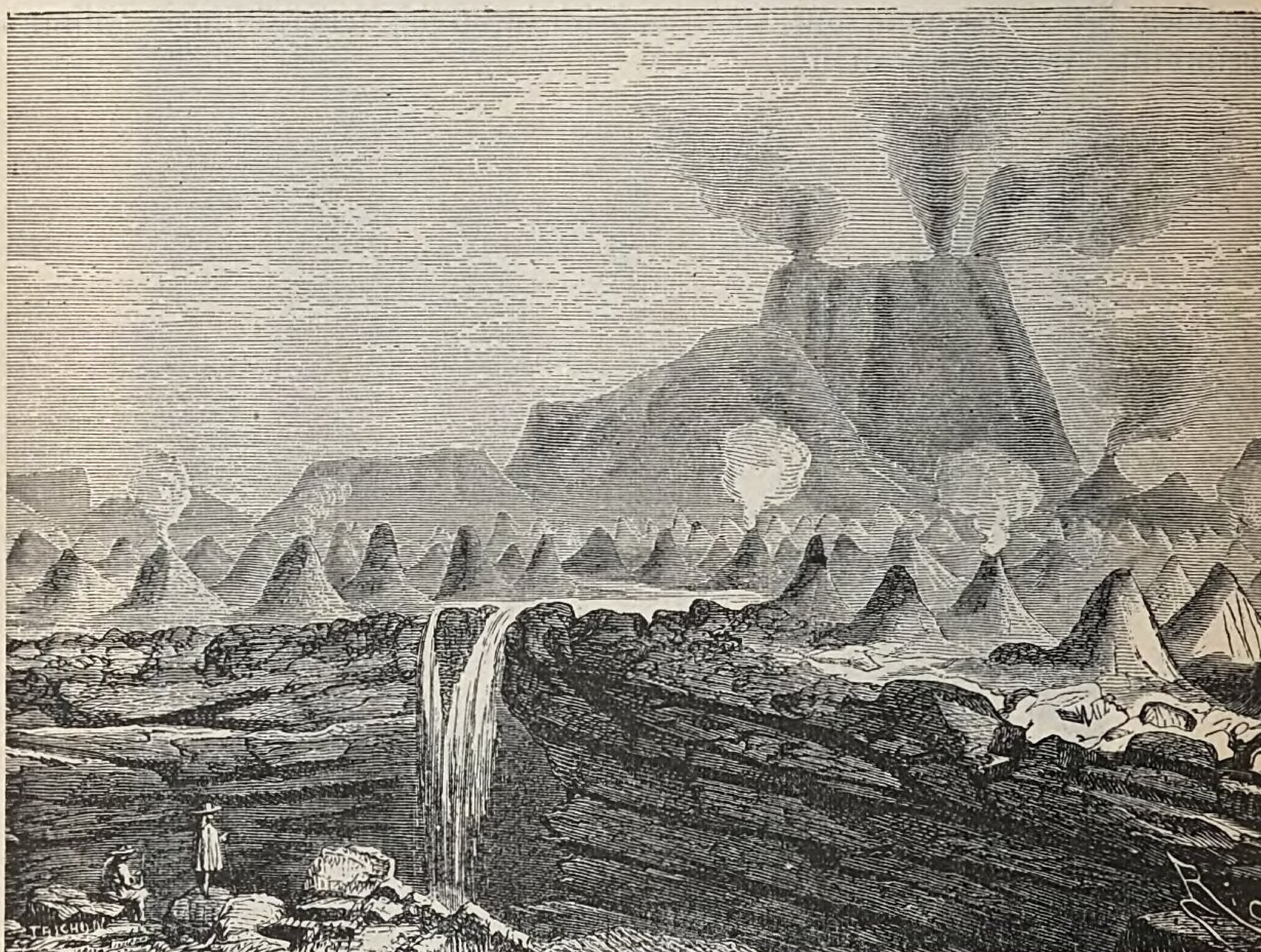


Fig 59. Der Jorullo.

des Krakatau in der Sundastraße war. Dieselbe vernichtete mehrere kleine Inseln samt ihrer ganzen Einwohnerschaft und schleuderte einen Teil des Berggipfels mit solcher Gewalt in die Luft, daß der furchtbare Knall in einem Umkreis hörbar wurde, dessen Radius der Entfernung von Wien bis Madeira entspricht. Die durch den herabfallenden Berggipfel entstehende Flutwelle ging dreimal um die ganze Erde herum und fegte die Einwohner, die Städte und die ganze Vegetation einiger nah gelegenen Inseln spurlos ins Meer. Eine Wirkung jener gewaltigen Erscheinung war nach einer vielfach geteilten Annahme auch in unseren Gegenden zu beobachten: die herrliche Färbung einiger Wölkchen, welche noch Jahre hernach gegen Abend hoch am Himmel sichtbar wurden, sollten nach dieser Annahme von vulkanischem Staub herrühren, der bei jener Gelegenheit in gewaltige Höhen emporgeschleudert wurde, in welchen er sich lange schwebend erhielt. Bei jenem Vulkanausbruch scheint auch die Kraft hoch gespannter

Wasserdämpfe mitgewirkt zu haben, indem ein Teil der Seitenwand des Vulkanes einbrach, worauf sich das Meer in die glühende Lava stürzte, und die ungeheuren Mengen von Wasserdampf, welche sich dadurch bildeten, den oberen Teil des Berges gleich einem explodierenden Dampfkessel fortschleuderten.

Deutschland besitzt gegenwärtig keinen thätigen Vulkan, hat aber z. B. an der Eifel manche Spuren unleugbar vulkanischen Ursprungs aufzuweisen. Italien hat den Vesuv bei Neapel und den Ätna auf Sizilien, sowie den Stromboli auf der nördlichsten der Liparischen Inseln; während im Norden auf Island der mächtige Hekla unermeßliche Ströme von Lava in häufigen Ausbrüchen entsendet. Ein sehr interessanter Vulkan ist der Jorullo in Mexiko (Fig. 59), welcher am 29. September 1759 unter 47 unmittelbar hintereinander folgenden Erdbeben und andauerndem unterirdischem Getöse sich mit einer großen Anzahl kleinerer und höherer Kraterkegel aus dem Boden erhob, richtiger gesagt, durch Aufschüttung von Lava und Schlacken entstand. Der Jorulla selbst hat eine Höhe von 1274 m.

Auch unter Wasser, auf dem Boden des Meeres, machen sich zuweilen die Wirkungen vulkanischer Kräfte geltend und heben Inseln über die Fläche empor, wo bisher bedeutende Tiefe geherrscht. 1831 stieg am 12. Juli die kleine Insel Ferdinandea südlich von Sizilien aus dem Meere und wurde alsbald von den Engländern in Besitz genommen, sank aber im selben Jahre wieder in die Tiefe. Die kreisförmige Insel Santorin im griechischen Archipel umschließt eine Anzahl von vulkanischen Inseln, welche seit 27 Jahren durch Ausbrüche noch fortwährend anwachsen.

Mit den Vulkanen stehen noch andere auffallende Erscheinungen in engem Zusammenhang. Hieher gehören die Ausströmungen von Kohlensäure (Mofetten), welches giftige Gas sich in Höhlungen sammelt und kleineren Tieren verderblich wird (Hundsgrotte); ferner die Quellen von Wasserdämpfen, die schweflige Säure, Borsäure rc. mit sich führen und in Italien Fumarolen genannt werden, die Solfataren, Wasserdampfausströmungen in Verbindung mit Schwefelwasserstoff und endlich die heißen Springquellen, Sprudel und Geyser (Karlsbad, Island, Amerika).

Finden Erdbeben an der Küste statt, so beteiligt sich gewöhnlich auch das Meer an der Vergrößerung der Schrecknisse, indem es anfangs zurücktritt, um bald darauf mit einer hohen, alles mit sich reißenden Flutwelle zurückzukehren. Bei den zahlreichen Erdbeben in Südamerika, wo ganze Reihen von Vulkanen einer alten Verwerfungslinie von Schichten folgen, ist dies in der Regel der Fall und der Ruf: „Das Meer geht zurück!“ verbreitet gewöhnlich mehr Schrecken, als es selbst die Erderschütterung vermag. Durch solche Flutwellen wurden schon ganze Städte hinweggerissen und die größten Seeschiffe stundenweit ins Innere geworfen, so daß sie hernach auf dem Trockenen saßen.

Gegenwärtig hat den größten Anteil an der fortschreitenden Veränderung der Erdrinde das Wasser. Die Wirkungen desselben sind sehr verschiedener Art, je nachdem sie durch fließendes Wasser, durch Eis oder durch die zerstörende Wirkung des Meeres erfolgen.

Das fließende Wasser des Festlandes verdankt seinen Ursprung indirekt dem Meere, aus welchem Dunstwolken emporsteigen, um in kälteren, höheren Regionen verdichtet zu werden und als Regen, Schnee oder Hagel niederzufallen. Auch die großen Seebecken des Binnenlandes entsenden in

der warmen Jahreszeit beträchtliche Dunstmassen, welche die Regenmenge vermehren.

Unversiegbare Wasserbehälter sind die mächtigen Gletscher, welche die höchsten Berge der Erde umwallen und alljährlich durch Abschmelzen ungeheure Mengen Wasser entsenden, während sie namentlich während der kälteren Jahreszeiten durch reichliche Schneefälle wieder Zuwachs erhalten.

Das Wasser folgt der Schwerkraft um so energischer, je steiler sein Bett, und je größer seine Menge ist. Dabei verrichtet es eine Arbeit, welche jahraus, jahrein ununterbrochen andauert, in der Regel aber erst nach langer Zeit durch die hervorgebrachten Veränderungen der Landschaft bemerkbar wird. Auf seinem Wege lockert das Wasser Erdteilchen und Steinchen, rollt sie in seinem Bette mit sich, wäscht die Erde zu Schlamm und zermahlt die Steine, vor allem die Quarzgesteine, zu Sand. Daher ist das Wasser der Flüsse und Ströme nach starken Regengüssen trüb und milchig, während es sonst gewöhnlich eine grüne (Alpenflüsse), bläuliche (Donau) oder bräunliche (bayer. Wald) zeigt.

Die mitgeführten Sand- und Steinteilchen wirken auf den Boden eines Bachbettes wie eine Feile und graben dasselbe im Lauf der Jahrhunderte immer tiefer in den harten Grund hinein. So entstehen im felsigen Boden tiefe Schluchten, im deutschen Gebirge „Klammen" genannt, mit senkrechten, oft mehrere hundert Meter tiefen Abstürzen und einem schäumenden Wildwasser auf ihrem Boden, das die Strahlen des Sonnenlichtes oft kaum erreichen. In den bayerischen Bergen finden sich viele solcher Klammen, z. B. die Wimbachklamm, Partnach-, Leutaschklamm und die schauerliche Schlucht zum „jähen Tod" im Eschenthal unweit des Walchensees. Unsere Abbildung der Okkobambaschlucht in Süd-Amerika (Fig. 60) gibt das Charakteristische einer solchen eingesägten Schlucht wieder.

Die großartigste Erscheinung einer Ausnagung durch Wasser (Erosion) bilden die Cannons im nordwestlichen Amerika, senkrecht in ein Plateau eingeschnittene Schluchten von gewaltiger Tiefe. Nähert man sich denselben von oben, so blickt man plötzlich in furchtbare Abgründe, deren steile Wände oft lotrecht bis zu einer Tiefe von 2000 m hinabreichen und an ihrem oberen Rande Nadelbäume tragen, deren Zapfen in die schauerliche Tiefe hinabstürzen. Man müßte am Grunde des großen Cannons des Rio Colorado 20 Türme von der Höhe des Münchner Frauenturms übereinander errichten, um den oberen Rand des Plateaus zu erreichen.

Eine derartige Großartigkeit der Natur, wie sie die Wasserarbeit in diesen wilden, nur mit Mühe und Gefahr zugänglichen Schluchten zu stande gebracht hat, ist bis jetzt auf keinem anderen Punkte der Erde in annähernder Weise gefunden worden.

Wo die Bodenbeschaffenheit es ermöglichte, da haben Wasserläufe, die sich im lockeren zerklüfteten Gestein verloren, unterirdische Höhlen und Gänge ausgewühlt und fließen meilenweit unter der Oberfläche fort, bis sie an irgend einem Punkt plötzlich zu Tage treten. In dieser Beziehung ist das öde Kalkplateau des Karstes berühmt, auf welchem sich zahlreiche, trichterförmige Einsenkungen (Dollinen) und schachtförmige Gruben (Jama) zeigen. Aus ihrem Schlunde, der nicht selten kraterförmig aussieht und oben 500 m Durchmesser haben kann, tönt oft das dumpfe Brausen rasch fließender Gewässer, welche in der geheimnisvollen Tiefe durch Reihen von Grotten und Gängen dahineilen, deren nur wenige bis jetzt bekannt

geworden sind. Die berühmteste ist die **Adelsberger Grotte**, welche jetzt auf eine Länge von über 4000 m den Besuchern zugänglich gemacht



Fig. 60. Schlucht von Okkobamba.

ist und bei elektrischer Beleuchtung durch ihre schönen Tropfsteingebilde, die unterirdischen Seen, Flüsse und Wasserfälle einen wunderbaren Anblick gewährt.

Die eigentümliche Bodenbeschaffenheit in diesem Gebiet hat auch die Bildung einer weiteren Merkwürdigkeit, des **Zirknitzer Sees**, veranlaßt. Derselbe ist ein Wasserbecken, dessen Grund im Sommer völlig trocken

liegt, so daß er beackert werden kann. Im Herbst aber wird dasselbe aus Löchern im Boden, den sog. Speilöchern, mit strömenden Wassermassen übergossen und binnen 24 Stunden gefüllt, zugleich kommen Krebse, der merkwürdige Grottenolm und armslange Fische aus den Speilöchern empor, welche in den unterirdischen Wassern lebten.

Auch Bayern hat unterirdische Höhlen und Gänge, welche einst von Gewässern ausgearbeitet wurden, wie z. B. das Hohloch bei Raitenbuch, das Schülerloch bei Weltenburg, die Etterzhauser Grotte bei Regensburg. Wie im Karst die Dollinen, so sind in der Altmühl die sog. „Reindeln" durch den Einsturz solcher Höhlen entstanden. In der Nähe von Beilngries verschwand im 14. Jahrhundert der Ort Frankendorf in einem derartigen Erdfall. Ist schon die Erosionswirkung ruhig fließender Gewässer oft im Lauf der Jahrhunderte sehr bemerkbar, so tragen Wasserläufe mit rasch wechselnder Menge, wie unsere Gebirgsbäche, noch weitmehr zur Zertrümmerung der Berge und zur Umgestaltung des Bodens bei. Mit beginnender Schneeschmelze wachsen sie zu tosenden Strömen an und stürzen sich, die engsten Klammen von oben bis unten ausfüllend, mit unwiderstehlicher Gewalt hinab, Bäume entwurzelnd und die schwersten Felsblöcke mit sich reißend. Geht man einen solchen Wildbach entlang, so hört man das Poltern und Donnern der aneinanderschlagenden Steine, welche in kürzester Zeit ihre Ecken und Kanten verlieren und rundgeschliffen werden. Wo die Bergflüsse sich früher bei Überschwemmnngen über weite Thalebenen ausbreiten konnten, da findet man die Humus- und die Lehmschichten durchsetzt mit Steinen, deren runde Formen ein Beweis für ihren einstigen Transport als Flußgerölle sind.

An ihren Austrittsstellen in breitere Thäler laden die Bergwasser oft den mitgebrachten Schutt in erstaunlichen Massen ab. So hat der kleine Gadriabach im Vintschgau mit der Zeit einen gewaltigen Schuttberg ins Thal herausgeschoben, welcher die Straße zu großen Biegungen und den Wanderer zu stundenlangem Steigen zwingt. Wird solcher Schutt später wieder durch Regenwasser erodiert, so entstehen zuweilen eigentümliche Bildungen, die sog. Erdpyramiden (Fig. 61), welche sich z. B. an der Brennerbahn gleich hinter dem Iselberg, in großer Anzahl aber bei Bozen finden. Größere Felsblöcke, welche in dem Gerölle stecken, schützen nämlich die unter ihnen liegende, fest zusammengebackene Schuttmasse vor den Regengüssen wie ein Schirm. Infolgedessen erheben sich allmählich pfeilerartige Gebilde aus dem ringsum abgeschwemmten Erdreich, und obendrauf liegt noch der Stein, welcher die Zerstörung des darunter befindlichen Schuttes verhinderte. Einzelne dieser Erdpyramiden können bis 30 m Höhe erreichen. Auch kommt es vor, daß Bergwasser ihr Bett im Unterlauf durch Ablagerung erhöhen, wie z. B. die Prien bei Niederaschau, welche 1886 mehr als mannshoch über der Thalsohle floß und endlich nach einem heftigen Regen ihren Damm unter schweren Zerstörungen fruchtbaren Landes durchbrach. Auch der Po in Oberitalien hat sein Bett so erhöht, daß es bereits 1 m über den Straßen Ferraras liegt.

In Gegenden, wo unverständiger Eigennutz die Berghänge ihres reichen Waldschmuckes beraubte, sinkt das Regenwasser nicht mehr langsam durch den schwammartig vollgesaugten Moosteppich und das Wurzelgeflecht der Pflanzendecke hinab, sondern strömt rasch hinunter, die Humusdecke mit sich reißend und die einst so schöne Landschaft in eine vegetationslose



Fig. 61. Erdpyramiden.

Steinwüste verwandelnd. In Griechenland, Italien und Südfrankreich hat die Axt des Holzfällers auf diese Weise mehr Kulturland vernichtet, als alle fremden Kriegsvölker, welche jene Länder durchzogen.

Anhaltender Regen, welcher tief in den Boden dringt und das lockere Gefüge mancher Schichtgesteine zermürbt, veranlaßt zuweilen auch gewaltige Katastrophen im Gebirge, welche das Bild einer Gegend mit einemmale gänzlich verändern.

Aus dieser Ursache entstand z. B. der Bergsturz von Goldau 1806 in der Schweiz, wobei etwa 15 Millionen cbm Felsen von einer aus-



Fig. 62. Mündung des Amazonenstromes.

gewaschenen Mergelschicht des Roßberges erst allmählich rutschten, so daß man die Bäume ins Wanken kommen sah, dann sich überschlugen und das Dorf Goldau mit 457 seiner Einwohner wohl hunderte von Metern tief begruben. Am 11. September 1881 kam der, noch überdies durch einen Schieferbruch unterwühlte, Tschingelberg von Elm ins Gleiten, gegen 10 Millionen cbm Gestein stürzten jäh herab, prallten fast wagrecht unten ab und bedeckten im nächsten Augenblick das Dorf mit 115 Einwohnern, von denen noch viele während der Flucht auf den gegenüberliegenden Düniberg durch die an jenem emporgeschobene Schuttmasse getötet wurden.

Die Mengen fließenden Wassers, welche sich schließlich in einem Strombett vereinigen, können erstaunlich groß sein. So erkennt man auf dem Amazonenstrom Südamerikas, dem größten Wasserlauf der Welt, dessen Gebiet 17 Millionen Quadratmeilen umfaßt, die Ufer nicht mehr, so daß man den Eindruck eines Meeres erhält (Fig. 62). Er nimmt mehr

als 200 Nebenflüsse auf, darunter 100 schiffbare und 17 Hauptströme, von denen 6 den Rhein übertreffen. 80000 cbm Wasser ergießt er mit jeder Sekunde in den Ozean und wenn er nach dem Eintritt des Regens oft 17 m über seinen gewöhnlichen Wasserstand steigt, wird diese Zahl noch weit überschritten.

Die Massen von Schlamm und Schutt, welche solche Riesenströme mit sich schleppen, sind ungeheuer und wo es günstige Umstände ermöglichen, da lagern sich dieselben an der Mündung ab und bilden wie beim Nil ein mächtiges Delta, von Flußarmen umspannt und durchzogen, ein durch Verdrängung des Meeres entstandenes Uferstück.



Fig. 63. Niagarafall.

Durch Fortschleppung solcher Erdmassen weiten sich die vom Gebirge kommenden Flüsse Thalrinnen aus, wie sie z. B. die Isar oberhalb München bei Großhesselohe sehr schön zeigt. An der Grenze zwischen zwei verschieden hohen Bodenstufen wird, so lange die obere noch nicht bis zur Tiefe der unteren durchschnitten ist, ein Wasserfall entstehen. Dieser erodiert fortwährend seinen Rand, während die stürzenden Wasser den Fuß der Felswand unterwaschen und so den Nachsturz der oberen Partien veranlassen. So ziehen sich die Wasserfälle thalaufwärts zurück und verwandeln sich allmählich in Stromschnellen, bis die Höhendifferenz durch eine schiefe Ebene ausgeglichen ist. Der berühmte Niagarafall (Fig. 63) besteht aus zwei, durch die Ziegeninsel getrennten Wasserarmen, dem östlichen, amerikanischen von 326 m Breite und 50 m Höhe und dem westlichen, seiner Biegung wegen Hufeisenfall genannten von 574 m Breite und 48 m Höhe,

welche zusammen 554000 cbm Wasser in der Minute führen. Die Wucht der fallenden Masse hat am Fuß des Falles die Felsen 57 m tief ausgehöhlt. Die obere Schicht, über welche der Niagara herabstürzt, besteht aus Kalkstein von 26 m Dicke und ruht auf einem Schieferlager auf, welches durch die Nässe und den gewaltigen Sturmwind, den die unter dem Fall eingepreßte Luft erzeugt, unaufhaltsam zernagt wird. Infolgedessen stürzen die oberen Schichten fortwährend nach und in etwa 40000 Jahren dürfte der Fall, welcher im Jahr um 82 cm nach genauen Messungen zurückweicht, den Eriesee erreicht haben. Dann werden die großen Seen Nordamerikas sich entleeren und blühende Städte auf demselben Boden entstehen, über dem jetzt die spiegelnden Flächen dieser Seen glänzen.

Die Veränderungen, welche das Eis auf der Erdoberfläche veranlaßt, sind zwar noch sehr bemerkbar, aber doch gegen frühere Perioden in der Geschichte unseres Planeten nicht mehr bedeutend zu nennen. Das ewige Eis, welches gegenwärtig nur noch die höchsten Gebirge der Erde und die Länder der Polarregion bedeckt, überzog einstmals in der Eiszeit einen großen Teil der Erde und hat überall deutliche Spuren seiner Thätigkeit hinterlassen. Um diese zu verstehen, muß man erst das Wesen eines Gletschers näher betrachten.

Die Gletscher sind Eisströme, welche sich in der Region ewigen Schnees aus dem sogenannten Firnschnee entwickeln. Wenn Schichten neugefallenen Schnees auf die untenliegenden, älteren drücken, verwandeln sich diese erst in grobkörnigen Firn und dann in Gletschereis, welches an der tiefsten Stelle austritt und sich langsam zu Thal bewegt, die Schluchten, durch die es herabkommt, von einer Seite zur andern vollkommen ausfüllend. Dabei kann die Mächtigkeit, d. h. Tiefe des Eisstromes bis 400 m betragen, wie durch Messungen in Spalten und Berechnungen nachgewiesen wurde. Die ganze Eismasse befindet sich in einer, wenn auch langsamen Bewegung, welche in ihren schnellsten Stadien auf 178 m pro Jahr, also etwa 2 cm pro Stunde bei den Alpengletschern berechnet wurde und für die einzelnen Partien ein und desselben Gletschers sehr verschieden sein kann. Die Mitte rückt wie bei einem Wasserstrom schneller vor als die Ränder. Am schnellsten bewegen sich die Gletscher Grönlands, deren Zungen oft mit einer Geschwindigkeit von 20 m pro Stunde vorrücken.

Die Vorwärtsbewegung der Gletscher hört nie auf, aber ihr Volumen kann durch Abschmelzen in warmen Jahren so abnehmen, daß es den Anschein erweckt, als habe sich das Eis zurückgezogen. Aus diesem, durch Sonnenwärme und Föhnwind bedingten Abschmelzen der oberen Schichten erklärt sich die zungenförmige Zuschärfung des Endes, welches die Gletscher ins Thal vorschieben, sowie das Erscheinen von längst in Gletscherspalten verlorenen Gegenständen auf der Oberfläche der Eismasse. Von der am 20. August 1820 verunglückten Montblancexpedition des Dr. Hamel gelangten Reste nach 41 Jahren auf dem Glacier du Bosson zum Vorschein.

Das Abschmelzen der Oberfläche ruft merkwürdige Erscheinungen hervor. Große Felsblöcke, die auf den Gletscher herabfielen, schützen in ganz ähnlicher Weise ihre Unterlage wie bei den Erdpyramiden; der Schnee kann, soweit Sonnenstrahlen und Niederschläge abgehalten sind, nicht abtauen und erhebt sich samt dem schützenden Felsen allmählich über die niedriger werdende Fläche, wodurch ein Gletschertisch (Fig. 64)

entsteht. Dagegen werden kleine, dunkle Körper wie Steinchen, Blätter, Insekten, stärker durch die Sonne erwärmt als das helle Eis und schmelzen daher Gruben in dasselbe, welche genau ihren Umrissen angepaßt sind.

Die Oberfläche der Gletscher ist von Spalten durchzogen, welche oft die ganze Tiefe desselben durchziehen und den Abfluß des Schmelzwassers vermitteln. Diese Spalten bilden die größte Gefahr für den Bergsteiger, weil sie oft mit Schnee zugedeckt sind und ihretwegen müssen die einzelnen Gletscherwanderer durch ein Seil mit einander verbunden sein, um einen zufällig Eingebrochenen gleich halten zu können. Dasselbe soll stets gespannt sein, die Touristen müssen daher immer in bestimmten Abständen



Fig. 64. Gletschertisch.

gehen. — Durch die Spalten stürzt das Wasser oft mit großer Gewalt herab, bildet unten einen Wirbel und vermag dadurch Felsblöcke, welche in die Spalte fielen, in drehende Bewegung zu versetzen. Dadurch schleifen sich dieselben allmählich in den Felsgrund hinein und geben zur Entstehung der Gletschertöpfe oder Hexenkessel Veranlassung, doch nur wenn sich der Gletscher langsam genug bewegte, um die Bildung derselben zu ermöglichen. Das großartigste Beispiel bietet der berühmte „Gletschergarten“ von Luzern, wo auf einer verhältnismäßig kleinen, schrägen Felsplatte eine ganze Anzahl solcher Riesenkessel sich befindet, darunter einige von ungeheurer Größe, kreisrunde Schächte von 8 — 9 m Durchmesser und 10 m Tiefe mit glattgeschliffenen Wänden, auf dem Boden noch die gewaltigen Mahlsteine, rund geschliffene Felsblöcke von über 100 Ztr. Gewicht enthaltend. Dieselben Bildungen entstehen auch gelegentlich in Fluß-

läufen und an Wasserfällen. Der Felsgrund des Rheinfalles bei Schaffhausen ist z. B. ganz mit Strudellöchern besetzt und die bekannten Gollinger Oefen der Salzach verdanken den gleichen Ursachen ihre Entstehung.

Das abfließende Wasser sammelt sich unter dem Gletscher zu einem Bach und tritt nicht selten aus einem weiten, gewölbten Gletscherthor zu Tage, welches zuweilen mit mächtigen Eisgrotten in Verbindung steht, die sich unter dem Gletscher über 100 m weit hinziehen.

Tritt endlich der Gletscher über eine Bodenstufe hinaus, so bricht der vordere Rand der vorschiebenden Eismassen fortwährend ab und es entsteht ein Gletscherbruch, unterhalb desselben wachsen die gestürzten Eisblöcke gewöhnlich wieder zu einem gleichförmigen Gletscher zusammen.

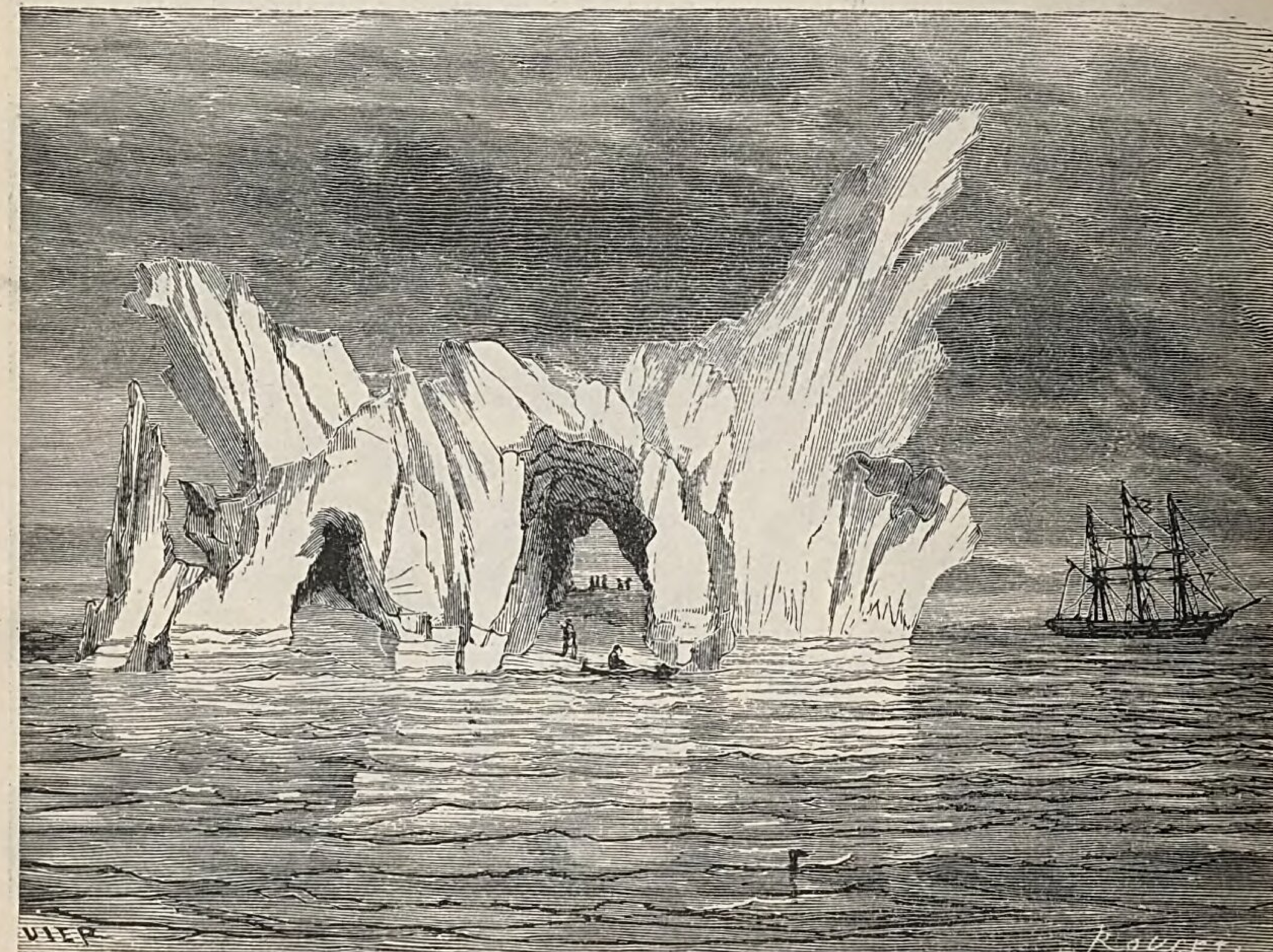


Fig. 65. Eisberg im Ozean.

Auf der Oberfläche eines Gletschers liegen zahlreiche Trümmer der benachbarten Bergwände in Gestalt von großen und kleinen Felsblöcken wirr durcheinander und bilden lange Schuttwälle, die Moränen, welche teils als Seitenmoränen den Gletscher begleiten, teils da, wo mehrere Gletscher in einen einzigen Eisstrom zusammenfließen, parallele Wälle auf der Mitte desselben, die Mittelmoränen, bilden. Vor sich her schiebt der Gletscher einen ungeheuren Trümmerwall, die Stirnmoräne, welche 100 m hoch werden kann und durch ihre Lage den äußersten, vom Gletscher erreichten Punkt bezeichnet. Außerdem gerät eine Menge Gestein unter den Gletscher, wird gegen die Felsen gepreßt und zu Schlamm zerrieben oder wenigstens mit eigentümlichen, tiefen Kritzen versehen, welche nach Jahrtausenden noch das ehemalige Vorhandensein eines Glesche[r]s beweisen.

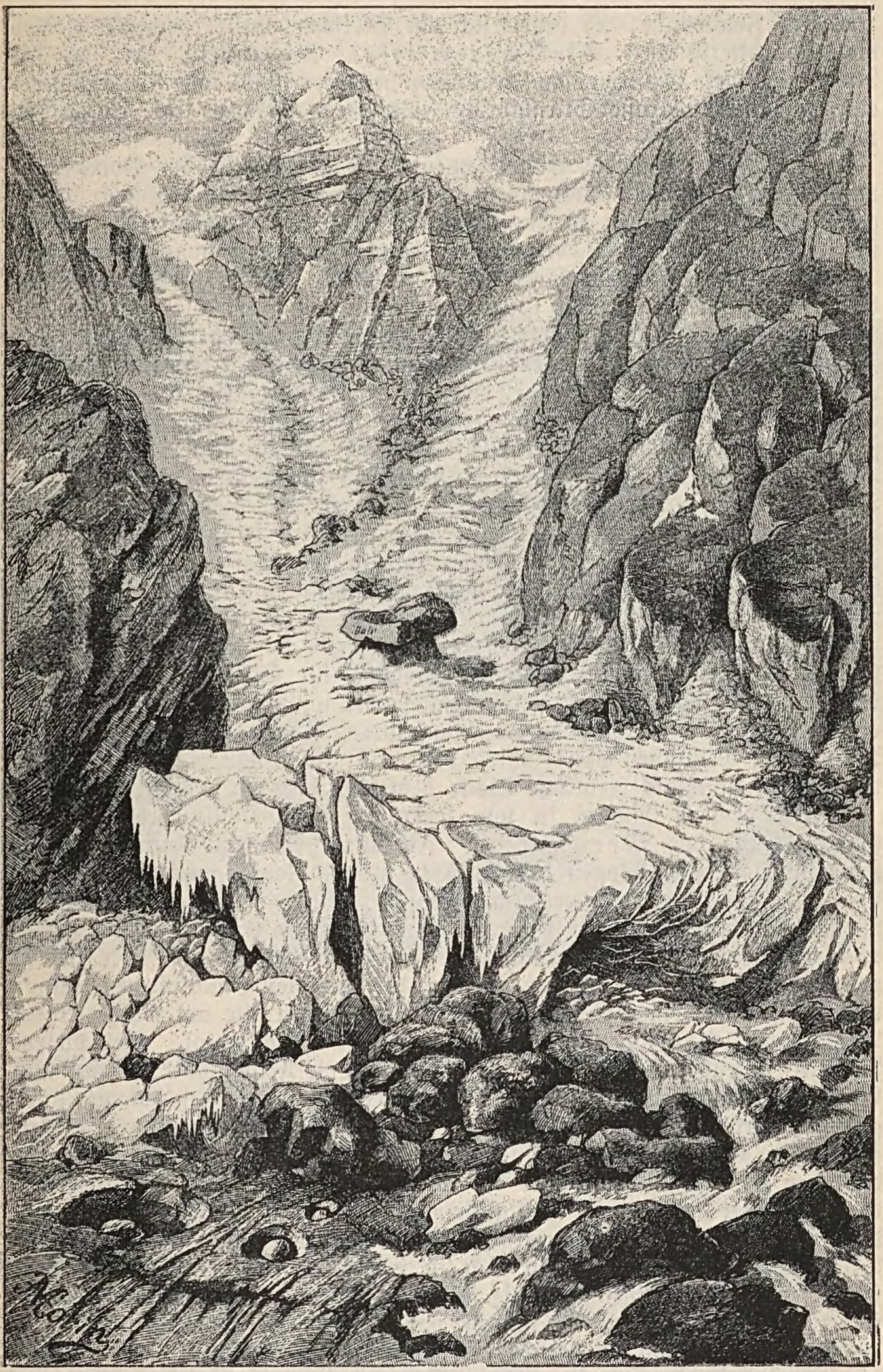


Fig. 66. Gletscher mit Gufferlinie und Gletschertisch oben; vorne links Gletscherbruch, rechts Gletscherthor und Bach. Ganz vorne links Gletschermühle mit Mahlsteinen und Gletscherschliffe.

Auch die Felswände, an denen sich ein Gletscher vorüberbewegte, zeigen diese charakteristischen Gletscherschliffe. Gegenwärtig hat, da seit 30 Jahren diese Eisströme im Rückgang begriffen sind, kein Alpengletscher eine eigentliche, große Stirnmoräne und weite Flächen sind eisfrei geworden.

Die Einwirkung der Eismassen auf die Gestaltung der Bodenfläche war natürlich in der Eiszeit eine sehr bedeutende; sie schliffen scharfgeschnittene Bergformen zu Rundhöckern, wobei der mitgeschleppte Felsenschutt als Zwischenmittel diente und schoben unberechenbare Lehm- und Sandmassen in die Ebene hinab, wo ihre Wälle zum Teil jetzt tiefe Seebecken umschließen. Diese Gletscher haben, von den Alpen nordwärts und von Grönland her südwärts sich ausbreitend, eine große Menge von Felsstücken aus weit entfernten Gegenden herabtransportiert, die wir als „erratische Blöcke oder Findlinge" bezeichnen. Da in jenen Zeiten ein großer Teil Europas auch vom Meere überflutet war, mag ein Teil jener Findlinge auch auf eine Weise zu uns gelangt sein, die wir heute noch beobachten können. Von den Gletschern Grönlands lösen sich nicht selten am Ufer gewaltige Eisberge (Fig. 65) ab, die eine Ausdehnung von mehreren Kilometern und eine Höhe bis zu 100 m besitzen. Diese, durch ihre wild zerklüfteten Formen ausgezeichneten Gletscherstücke treiben langsam im Meere dahin, den Strömungen folgend und eine große Gefahr für die Schiffe bildend, die gleich Nußschalen zerdrückt werden, wenn sie zwischen zwei solche Kolosse geraten. Gelangen sie in wärmere Breiten, so schmelzen sie rasch ab, und da sich dabei ihr Schwerpunkt verschiebt, kehren sie sich dann unter furchtbarem Getöse um und werfen die Ladung von Felsblöcken, die manche noch auf ihrem Rücken tragen, ins Meer. Wenn nach Millionen von Jahren dessen Grund trocken gelegt sein wird, werden sie dann als erratische Blöcke denselben bedecken. (Vergl. Fig. 66.)

Von großem Einfluß ist von jeher auf die Gestaltung des Landes an der Küste das Meer gewesen. In unaufhörlichem Ansturm rollen seine langgestreckten Wogen dem Strande zu und laufen weit an demselben hinan, wenn er sich flach gegen das Wasser senkt, oder spritzen in mächtigen Wellen hoch auf, wenn ein steiler Uferrand sich ihnen entgegenstellt. Treibt noch dazu ein Sturm das Wasser mit größerer Gewalt dem Ufer zu, so gehen die Kämme der Wogen bis zu den höchsten Leuchttürmen empor und prallen mit einer Gewalt an alle festen Hindernisse an, welche einem Druck von 18000 kg auf den Quadratmeter gleichkommt. Bei diesem Anprall schleudern die Wellen eine Menge von Felsenschutt, Sand und Gerölle gegen die Wände des Ufers, deren untere Partien solange ausgehöhlt werden, bis die oberen den Halt verlieren und nachstürzen. (Vgl. Fig. 67). Große Strecken Landes sind auf diese Weise besonders an der deutschen Ost- und Nordseeküste dem Meere schon zum Opfer gefallen und die Bewohner der kleinen Halliginseln, welche in beständigem Kampf mit dem feindlichen Elemente begriffen sind, sehen Stück für Stück von ihrem heimatlichen Boden abbröckeln und in der alles zerstörenden Flut versinken. Bei einer Sturmflut, wie sie in großer Mondnähe zuweilen stattfindet, ist die ganze Nordküste oft von furchtbaren Einbrüchen bedroht, welche Tausende von Morgen Landes auf einmal vernichten. So wurde die über 3000 qkm große Zuider See im 13. Jahrhundert durch den Einbruch des Meeres in einen Meerbusen umgewandelt und das Haarlemer

Meer wuchs gleichfalls durch Vergrößerung vom Meere her so bedrohlich an, daß man sich zu dessen Trockenlegung entschloß, eine Arbeit, welche durch riesige Dampfmaschinen bewältigt wurde; 15 000 Menschen bewohnen jetzt den dem Meere wieder abgerungenen Boden, dessen Wert seit seiner Trockenlegung per Morgen von 220 Mark auf 3000 gestiegen ist.

Das augenfälligste Beispiel für Erosion durch Meeresbrandung bietet die jetzt wieder im deutschen Besitz befindliche Insel Helgoland in der Nordsee. Sie besteht aus dem Oberland, einem ziegelroten Thonfelsen von 63 m Höhe und dem flachen, niedrigen aus Sandschutt bestehenden Vorland. 1200 m östlich davon hebt sich ein Sandwall, die Düne, aus

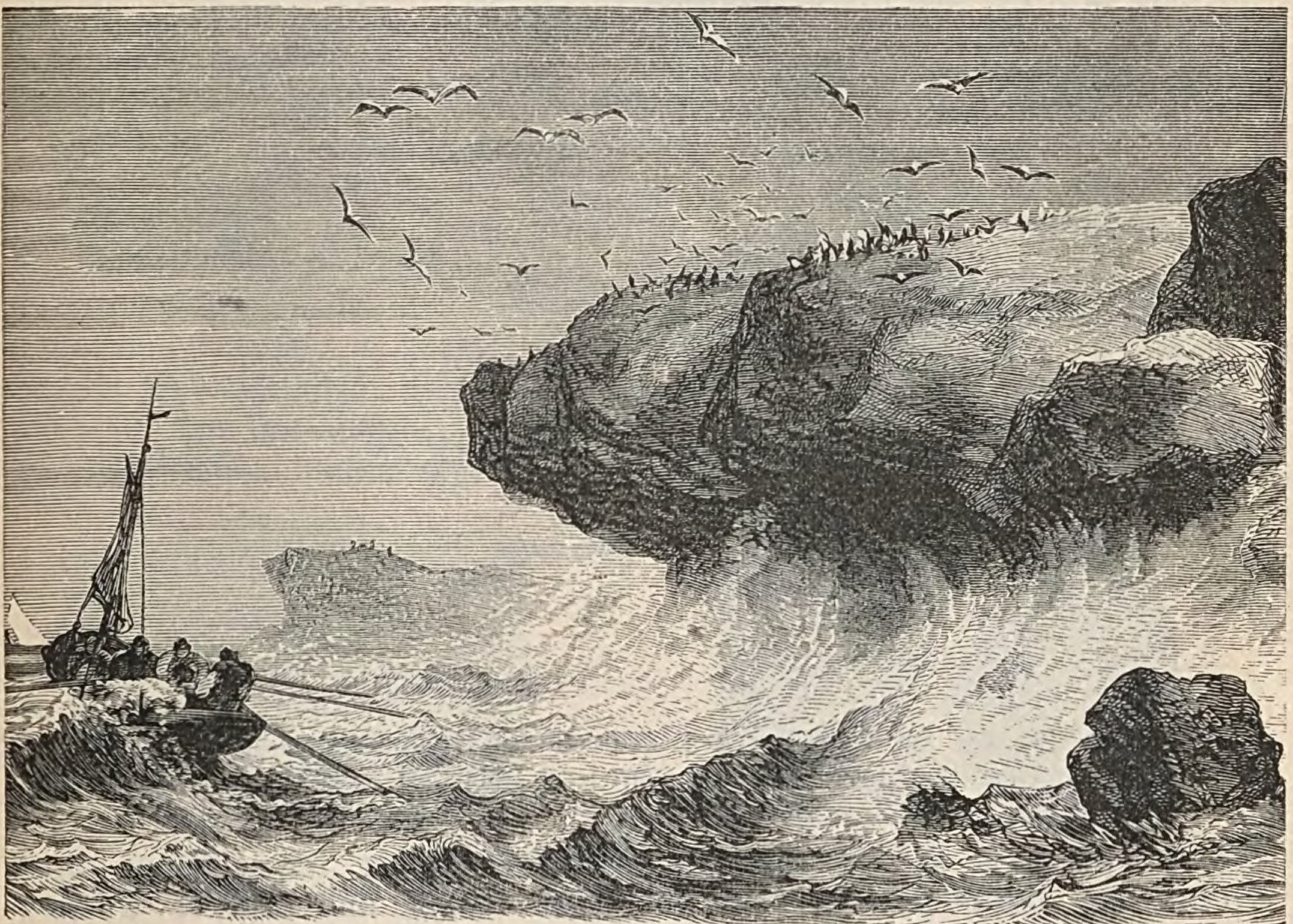


Fig. 67. Erosion durch Brandung.

dem Meere empor, welcher früher mit dem Vorland in Verbindung stand. Die ganze helgoländische Steilküste ist wild zerklüftet und zerrissen und in fortwährendem Abstürzen begriffen, so daß nach Verlauf einiger Jahrhunderte wohl auch der letzte Rest des Oberlandes in eine dem Vorland ähnliche Sandbank umgewandelt sein wird. (Fig. 68.)

Selbst die Luftströmungen haben an manchen Stellen einen nicht unbedeutenden Anteil an der Gestaltung der Erdoberfläche. Heftige Winde, welche über Sandflächen hinstreichen, wehen die Sandkörner in langen Linien vor sich her, bis sie an irgend einem Hindernis hängen bleiben und einen stets mehr anwachsenden Wall, die Düne bilden. Besonders ist dies an der norddeutschen Meeresküste der Fall, wo bei Ebbe ungeheure Sandmengen trocken gelegt und den Angriffen des landeinwärts wehenden Windes preisgegeben werden; ebenso sind die meisten großen Wüstengebiete der Erde durch Dünenbildung ausgezeichnet.

Die Dünen bleiben an ihrem Entstehungsorte nicht liegen, sondern werden, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht haben (70—80 m), allmählich wieder abgeweht und landeinwärts getragen. Sie bilden eine große Gefahr für die Kultur, da sie namentlich an Stellen, wo unverständiger Eigennutz die Waldvegetation, den einzigen Schutz gegen Dünenbildung, entfernte, unaufhaltsam das bebaute Land erobern. Über die Nehrung



Fig. 68. Landverlust der Insel Helgoland seit dem 8. Jahrhundert.
(Nach einer angeblich auf der Insel selbst gefundenen Zeichnung.)

des Kurischen Haffs wandert eine 11 Meilen lange Düne von 70 m Höhe durchschnittlich 6 m im Jahre südlich und begräbt Dörfer, Feld und Wiese unter ihren Sandmassen. Hinter ihr tauchen nach Jahren die Ruinen der verschütteten Häuser und Kirchen aus dem Sande wieder empor.

Auch die Entstehung der mächtigen Lößablagerungen (s. d.) Chinas wird auf die Zusammentreibung riesiger Massen von Staub und Sand durch die Steppenstürme zurückgeführt.

Organische Wesen haben sich in sehr bedeutender Weise an dem Aufbau der Erdrinde beteiligt, indem sie eine große Anzahl fester Stoffe aufspeicherten, welche nach dem Absterben der Organismen eine Gesteinsschicht von oft beträchtlicher Mächtigkeit bildeten. Von der Entstehung der Kohlenlager aus alten Torfsümpfen, Meeresalgen oder Ansammlungen von Treibholz wurde schon früher gesprochen; dieselben bilden eines der auffallendsten Beispiele für die Entstehung fester Gesteine aus pflanzlichen Stoffen.

Ablagerungen von Kieselerde werden durch die zierlichen Diatomeen oder Stückelalgen hervorgerufen, indem dieselben die im Wasser

gelöste Kieselsäure zur Bildung ihrer überaus feinen, nur bei sehr starker Vergrößerung sichtbaren Kieselpanzer verwenden. Bei der ungeheuren Vermehrung dieser winzigen Pflanzen häufen sich die Panzer, welche fast unzerstörbar sind und trotz ihrer Feinheit selbst Glühhitze überdauern, in großen Massen an und bilden die Kieselguhr und den Polierschiefer.

Weitaus die meisten Schichtbildungen organischen Ursprungs bestehen aus Kalk. Derselbe bildet sich, wo kalkhaltige Quellen über Waldboden laufen, durch Versteinerung der Moose und Blätter als Kalktuff oder Travertin. Noch häufiger ist die Entstehung von Kalkschichten aus tierischen Resten. So häufen sich die Schalen und Gerüste zahlreicher Weichtiere in ungeheuren Massen auf dem Grunde des Meeres an, in Jahrhunderten vielleicht erst eine millimeterdicke Schicht bildend, im Lauf der Jahrtausende aber zu bedeutender Mächtigkeit heranwachsend. Die sämtlichen Kalkberge der Alpen mit mehreren 100 m Höhe bestehen z. B. ausschließlich aus Kalkgehäusen meist sehr kleiner Meerestiere.

Eine wichtige Rolle bei der Bildung von Kalkgesteinen spielen die Korallen, welche heute noch großartige unterseeische Bauten aufführen. Sie siedeln sich in klarem Wasser von normalem Salzgehalt fast immer nur an solchen Stellen an, welche nicht zu tief unter der Oberfläche liegen. Von da aus bauen sie turmartige Riffe empor bis nahe unter die Fläche; es gibt Koralleninseln, deren senkrechte Wände über 600 m Höhe besitzen. Da nun aber die Korallen unter 20 Faden Tiefe nicht mehr gedeihen, ist die Entstehung solcher Koralleninseln einer allmählichen Senkung des

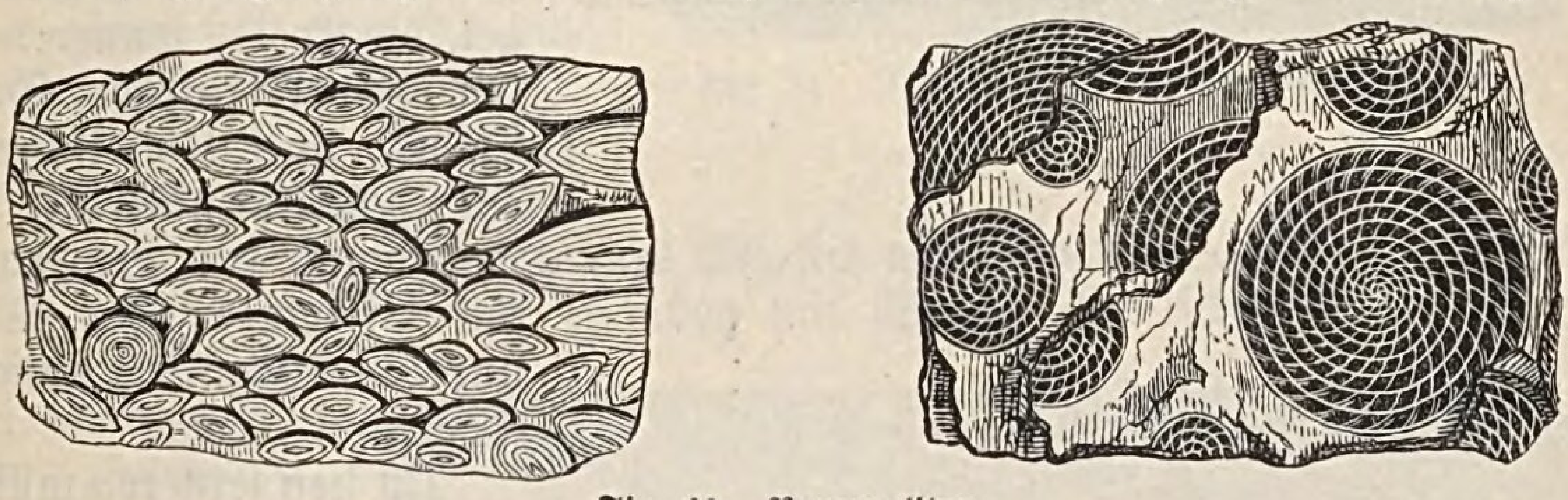


Fig. 69. Nummuliten.

Bodens zuzuschreiben. Auf den absterbenden und langsam hinabsinkenden Korallenstöcken bauen sich andere empor, deren Kalkgerüste mit jenen fest verwachsen sind. Koralleninseln entstehen aus den nahe an die Oberfläche emporkommenden Riffen durch Anhäufung von Blöcken, welche die Brandung losgerissen hat. Der angehäufte Schutt wird durch die Arbeit der Wogen immer mehr zerkleinert, die Zwischenräume mit Sand ausgefüllt und so bildet sich allmählich eine Decke von Kalksand, welche durch zahlreiche Untermischung mit Resten von Seetang und toten Tieren in Humus umgewandelt wird und für die zahlreichen durch Wellenschlag und Wasservögel herbeigeführten Samen eine günstige Unterlage bildet.

Die heute noch fortgehende Bildung der Kreide aus dem Globigerinenschlamm wurde schon früher erwähnt. An der Bildung des Nummulitenkalks nahmen in der Vorzeit eigentümliche, scheibenförmige Tiergehäuse teil (Fig. 69), welche wie mit dem Finger flachgedrückt erscheinen und im Volksmund als Münzensteine bekannt sind.

III. Teil. Gesteinslehre.

Nach dem Vorigen ist die Einteilung der Gesteine nach der Art ihrer Entstehung und Zusammensetzung leicht verständlich.

A. Einfache Gesteine.

Die meisten einfachen Gesteine sind schon im Vorhergehenden behandelt worden, da sie immer aus größeren Mengen ein und desselben Minerals bestehen. Hieher gehören das Steinsalz und die große Gruppe der **Kalksteine** unter denen wir die durch Absatz aus kalkhaltigem Wasser entstandenen **Sintergesteine**, den Tuff, den Erbsenstein, den Mergel, die Kreide kennen lernten. Ferner sind der Gips, Quarz und Kieselschiefer, der Hornblendefels, die Talksteine, der Serpentin, die Eisenerze, der Thon und die Kohlen einfache Gesteine.

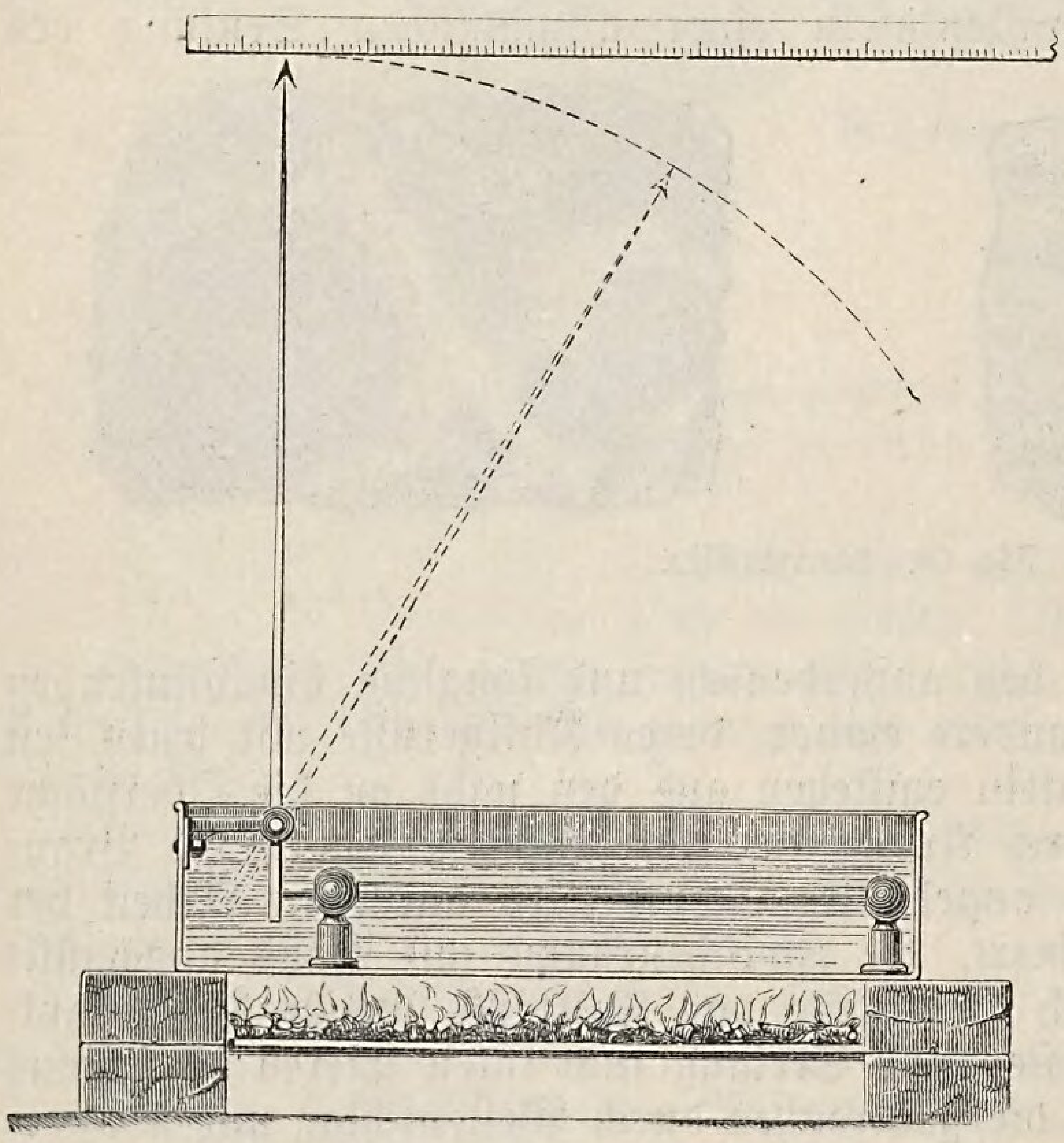


Fig. 70. Messung der Volumenveränderung durch Wärme.

Zu den letzteren müssen wir auch das **Eis** rechnen, weil es einen sehr bedeutenden Anteil an der Gestaltung der Erdrinde nimmt. (Siehe Gletscher.) In dieser bereits erwähnten Form bedeckt es ausgedehnte Gebiete in unseren Hochgebirgen und noch viel größere in den Polarländern. Außerdem überzieht das aus flüssigem Wasser gebildete Eis, welches wir von dem aus Schnee entstandenen Gletschereis unterscheiden müssen, meilenweite Strecken Landes in den Polarländern und bildet ganze Hügel, welche die Knochen und Körper längst ausgestorbener Tiere umschließen, und auf der Oberfläche so mit Lehm und Humuserde bedeckt sind, daß sich auf ihnen eine, wenn auch dürftige Vegetation von Moosen und Flechten gebildet hat.

Das Eis entsteht unter eigentümlichen Vorgängen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß alle Körper in der Wärme sich ausdehnen, in der Kälte zusammenziehen. Man kann die hiebei stattfindende Volumveränderung direkt messen, wenn man an dem Ende eines erhitzten Stabes einen Zeiger so befestigt, daß er durch dessen Verlängerung oder Verkürzung in drehende Bewegung versetzt wird (Fig. 70). Die zusammenziehende Kraft des Eisens ist z. B. so groß, daß man Gewölbe, welche sich verschoben hatten und einzustürzen drohten, dadurch wieder gerade richtete, daß man sie von einer Seite zur andern mit glühenden Eisenstangen durchkreuzte, welche beim Erkalten das Mauerwerk mit unwiderstehlicher Gewalt zusammenzogen (Fig. 71). Das Eis nun, welches durch eine Herabminderung der Wassertemperatur bis 0° entsteht, zeigt gerade das umgekehrte Verhalten. Das Wasser zieht sich bei Abkühlung zusammen bis +4° und beginnt sich von da bis zum Gefrierpunkt wieder auszudehnen. Diese Ausdehnung geschieht mit großer Gewalt, so daß Gefäße, in denen das Eis sich nicht ausdehnen kann, zersprengt werden. Füllt man eiserne Bomben mit Wasser und schraubt sie fest zu, so werden sie beim Gefrieren des Wassers zersprengt. (Fig. 72.)

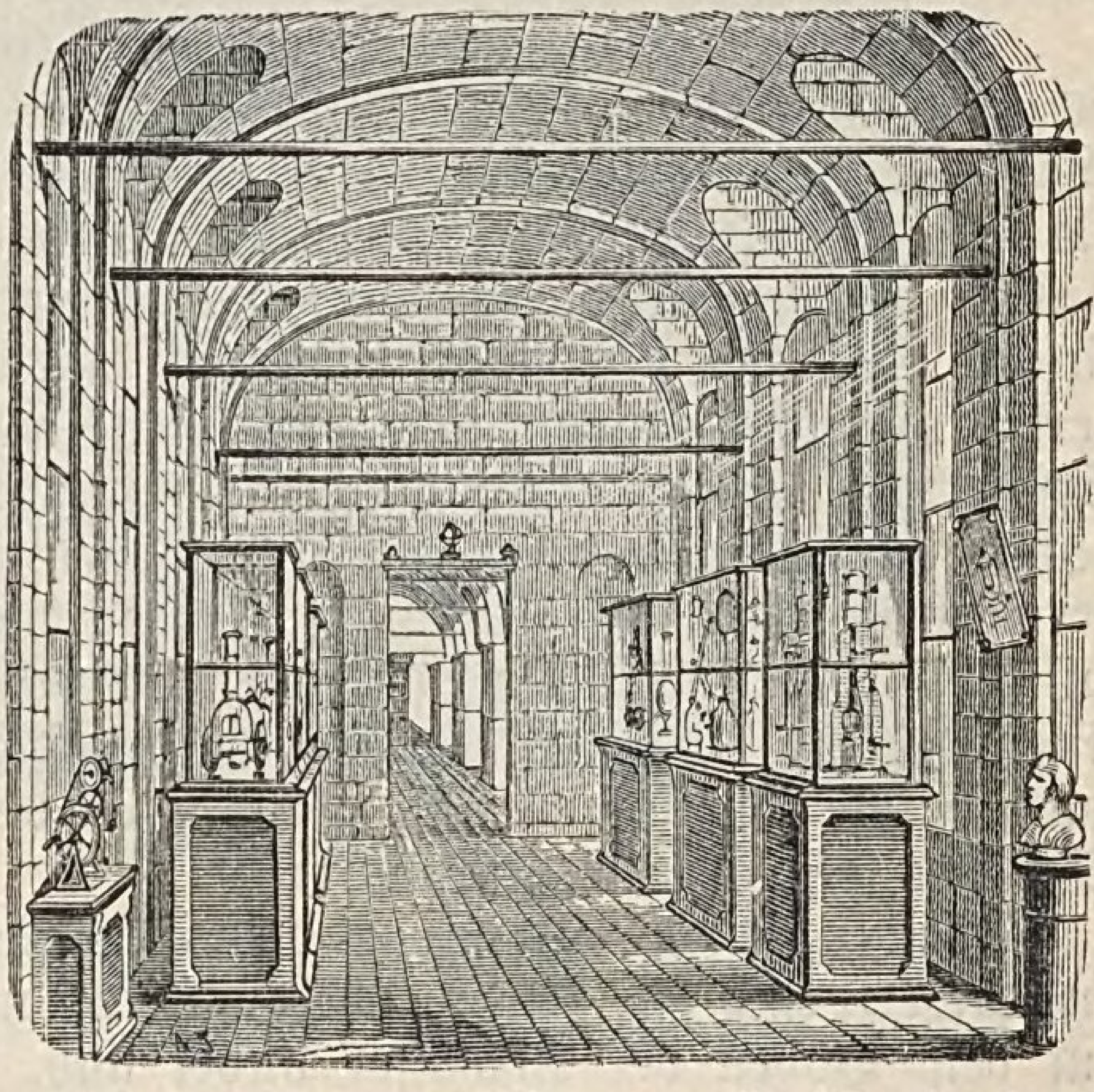


Fig. 71. Zusammenziehung von Gewölben durch Eisenstangen.

Dieses Verhalten ist von großer Tragweite. Durch die zersprengende Kraft des Eises, welches sich im Winter in den zahllosen Felsspalten des Gebirges bildet, werden die Gesteine aus ihrem Zusammenhang gewaltsam geschoben. Während des Winters sind sie durch die bindende Kraft des Eises, welche wir an einem eingefrorenen Fenster sehr gut beobachten können, vor dem Sturz bewahrt, fallen aber dann im Frühjahr, sobald das Eis schmilzt, auseinander und kommen

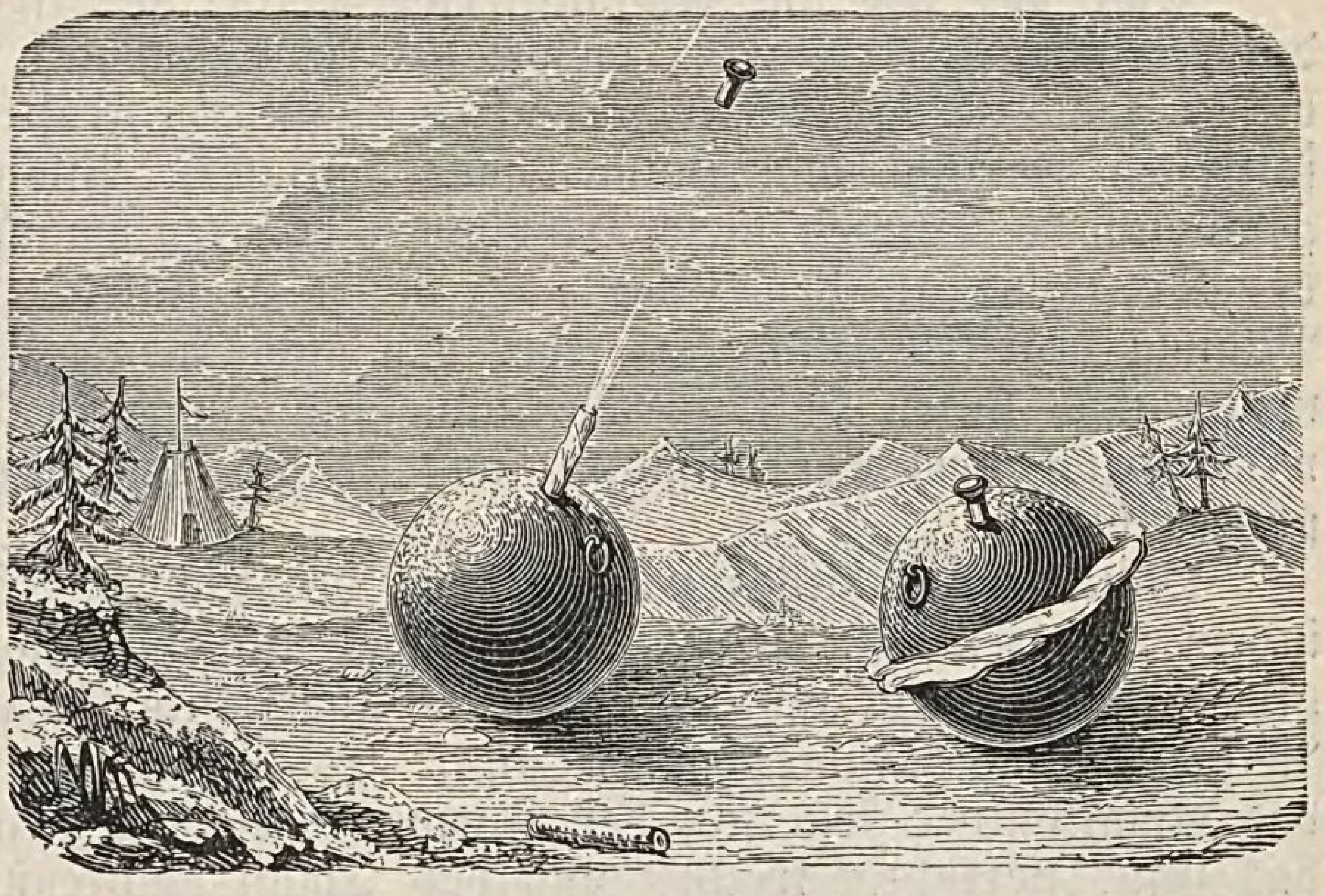


Fig. 72. Zersprengung von Bomben durch Eis.

polternd und rollend zu Thal. Das Eis beteiligt sich also in sehr hervorragender Weise an der allmählichen Zertrümmerung und Abtragung der Berge.

Da ferner das Wasser von 4° dichter ist, als das Eis, so müssen die Wasserschichten fortwährend emporsteigen, wenn ihre Temperatur sich dem Gefrierpunkt nähert und das Eis muß leichter sein, als das noch nicht gefrorene Wasser, muß also eine beträchtliche Schwimmkraft besitzen.

Von dieser Thatsache hängt die Existenzfähigkeit organischen Lebens in all jenen Gegenden ab, deren Temperatur im Winter ein Gefrieren des Wassers hervorruft. Würde nämlich das Eis dichter und schwerer sein, als das flüssige Wasser, so müßte es während seiner Bildung zu Boden sinken; Flüsse und Seen würden alsdann rasch vom Grunde aus in eine einzige Eismasse verwandelt werden, deren völliges Auftauen während des verhältnismäßig kurzen Sommers nicht mehr möglich sein würde. Eisige Erstarrung müßte unter solchen Umständen von allen größeren Wasserbecken ausgehen und nahezu alle Vegetation, sowie fast jedes Tierleben vernichten, wie es im höchsten Norden der Fall ist. So aber schützt die auf der Oberfläche sich bildende Eisdecke, welche ein schlechter Wärmeleiter ist, die darunterliegenden Wasserschichten vor dem Nachfrieren und wird selbst im kommenden Frühjahre verhältnismäßig schnell von den Strahlen der Sonne geschmolzen.

Damit scheint allerdings das in manchen Flüssen gebildete Grundeis im Widerspruch zu stehen, welches sich namentlich an schattigen Stellen auf dem Boden der Gewässer bildet und, wenn es durch seine Schwimmkraft gehoben, emporsteigt und als Treibeis fortschwimmt, leicht an den eingefrorenen Erdbrocken kenntlich ist. Es entsteht durch Ansetzen von neuen Eiskrystallen an Eisschollen, die im seichten Wasser oder an Stellen, wo Wirbel sie in die Tiefe rissen, an Rauhigkeiten des Grundes hängen bleiben.

Daß das Eis nur krystallisiertes Wasser ist, sehen wir deutlich an den spießigen Eiskrystallen, welche bei Frost sich auf seichten Wasserlachen bilden, sowie an den schönen Eisblumen unserer Fenster, die in den mannigfaltigsten Formen von Palmen und seltsamen Pflanzen entstehen. Die geschwungenen Linien dieser Eisblumen erklären manche aus dem Bestreben der Krystalle, an dem Glas nach unten zu sinken, solange sie noch in Bildung begriffen sind. Da jeder neu anwachsende Krystall wieder etwas weiter nach unten sinkt, so muß schließlich eine Bogenlinie entstehen. Doch widerspricht dem der Umstand, daß sie sich auch auf horizontalen Glasplatten bilden.

Man benutzt dies zur Herstellung des schönen Eisblumenglases, indem man feinstes, weißes Emailpulver auf eine wagrecht liegende Glasplatte streut, diese auf eine, unter 0° abgekühlte Eisenplatte legt und nun Wasserdämpfe darüberstreichen läßt. Es bilden sich nun Eisblumen und das Emailpulver legt sich den Formen derselben genau an, worauf man das Glas vorsichtig trocknet und das Email einbrennt.

Aus Wasser entstehendes Eis krystallisiert rhomboedrisch, wie man zuweilen am Reif beobachten kann; der Schnee zeigt überaus zierliche sechsstrahlige Sternchen. (Fig. 73.)

Ist das Eis einmal gebildet, so folgt es dem, fast allgemein gültigen Gesetz, daß die Körper beim Erkalten sich zusammenziehen, beim

Erwärmen ausdehnen. Ein Eisstab von 10 m Länge verkürzt sich beim Erkalten um mehr als 6 mm mit 1° R. Bei sehr starker Kälte wird es so hart, daß es mit Stahl Funken gibt.

Reines Eis ist fast farblos, nur in dicken Schichten bläulich oder grünlich wie z. B. in Gletscherspalten. Die Licht- und Wärmestrahlen

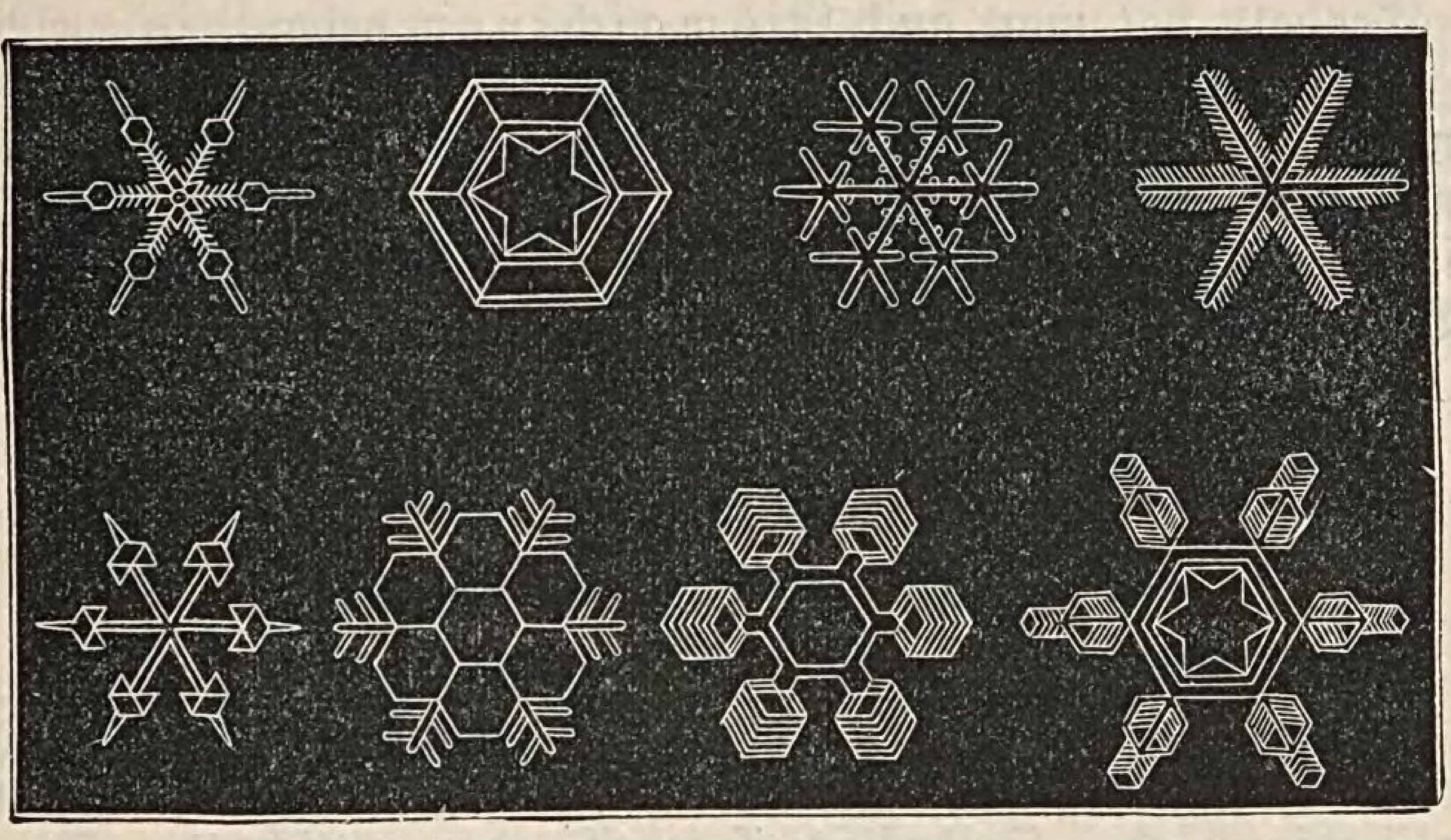


Fig. 73. Schneekrystalle.

der Sonne dringen durch klares Eis wie durch Glas; man kann sich daher durch Abschmelzen eines klaren Eisbrockens in der warmen Hand eine wirksame Brennlinse verfertigen. Zwei Eisstücke gefrieren unter Druck schnell zusammen; man kann eine Anzahl kleiner Stückchen durch starken Druck in einen gleichförmigen Block verwandeln. Wie gering das Wärmeleitungsvermögen des Eises ist, sieht man daraus, daß man in einem Reagensglas mit Eis den oberen Teil zum Schmelzen und selbst zum Sieden bringen kann, während unten sich noch festes Eis befindet. (Fig 74.)

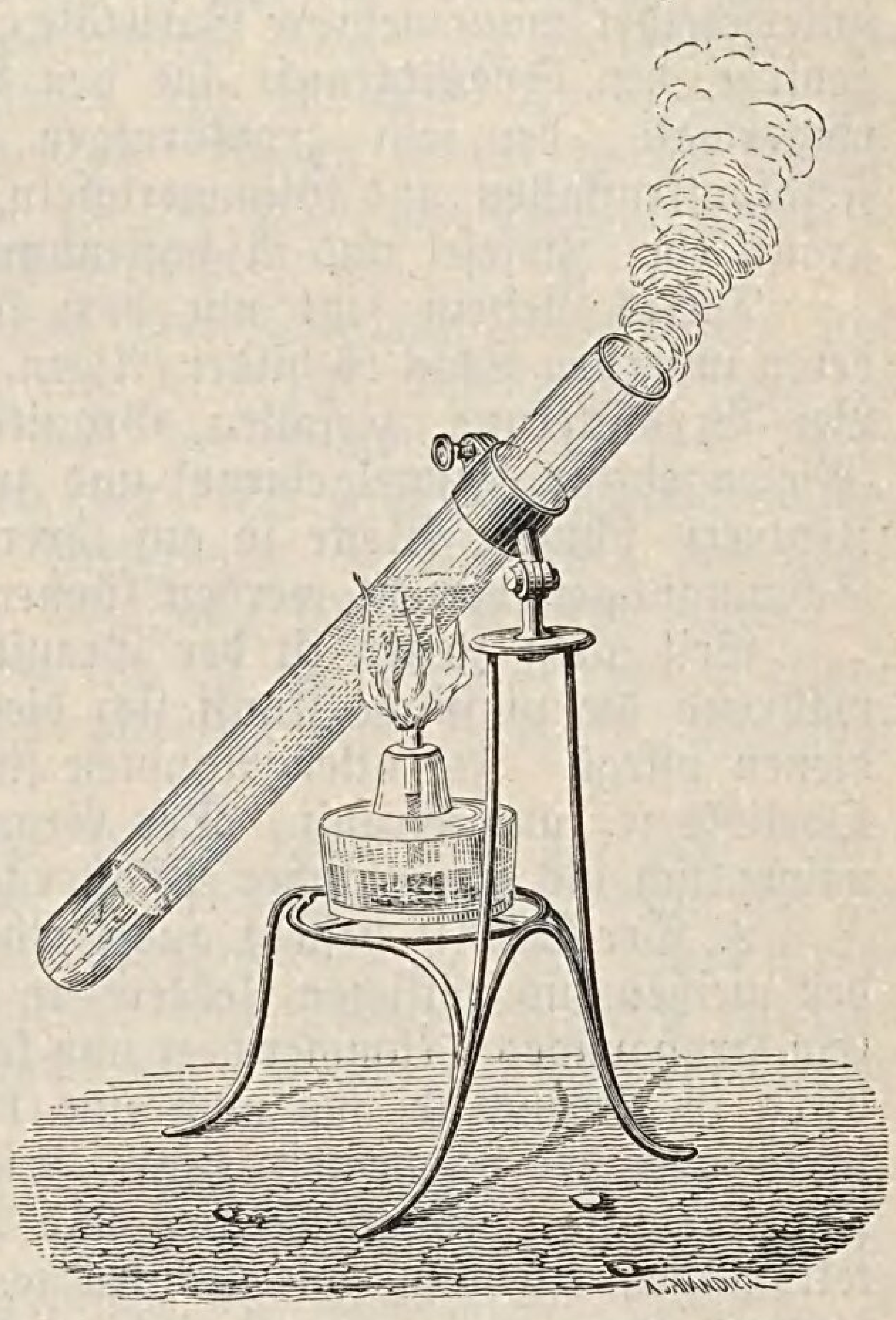


Fig. 74. Geringe Wärmeleitung des Eises.

Salzhaltiges Wasser gibt beim Gefrieren ein Eis, das sehr wenig Salz enthält; man benutzt diesen Umstand zur Konzentrierung der Solen. Bei sehr ruhigem Stand kann die Temperatur süßen Wassers unter Null selbst bis 10° sinken, ohne daß es gefriert; man kann dies zuweilen an Wasserlachen einsamer Waldwege beobachten. Wirft man aber dann nur ein kleines Steinchen hinein, so tritt die Eisbildung im selben Augenblick mit überraschender Schnelligkeit ein. — Das Eis ist ein im täglichen Leben vielgebrauchter Körper. Es dient zur Konservierung von Speisen und Getränken aller Art;

namentlich die Bierbrauereien verbrauchen große Mengen Eis in ihren Kellern. Es wird daher auf Flüssen und Seen gebrochen und oft weithin versendet. So schickt Nordamerika das Eis der großen Seen bis nach Ostindien und der Kapstadt, Norwegen nach England, Frankreich, Spanien, und von den oberbayerischen Seen wird viel Eis nach Norddeutschland gebracht. Deshalb hat man auch Eismaschinen gebaut, in welchen durch schnelle Verdunstung flüchtiger Körper, z. B. flüssiger Kohlensäure oder flüssigen Ammoniaks bedeutende Wärmemengen gebunden werden und so die zum Gefrieren des Wassers nötige Kälte erzeugt wird.

Nicht unwichtig ist die Anwendung von Eis bei Fieberkrankheiten sowie Verletzungen, um die Blutgefäße zusammenzuziehen.

B. Zusammengesetzte Gesteine.

a) Krystallinische Massengesteine.

1. Der **Granit** stellt ein körniges Gemenge dar (Granit von granum, Korn), welches aus Feldspat, Quarz und Glimmer besteht und je nach der Größe dieser einzelnen Bestandteile grob- oder feinkörnig sein kann. Der Kalifeldspat oder Orthoklas ist weiß oder rötlich, der Quarz bildet lichtgraue, fett- oder glasglänzende Körner von bedeutender Härte; der Glimmer tritt in Form kleiner Schüppchen auf und ist entweder dunkler Magnesiaglimmer oder weißer Kaliglimmer. Nach den Beimengungen unterscheidet man mehrere Varietäten, den **Porphyrgranit** aus dem Fichtelgebirge, den **Syenitgranit** aus den Vogesen, den **Granitit** aus dem Thüringerwald, den sehr grobkörnigen **Pegmatit** mit zuweilen metergroßen Feldspatkrystallen und Glimmertafeln, den eigentümlich gezeichneten Schriftgranit (bei Zwiesel und Aschaffenburg).

Dieses Gestein setzt mit dem Gneis bedeutende Gebirge zusammen, deren innersten Stock es bildet (Algen, Pyrenäen, Erzgebirge, Schwarzwald). Bei Verwitterung zerfallen Granitberge oft in riesige Trümmerfelder (Riesengebirge, Fichtelgebirge) und zuweilen ruhen einzelne, Hunderte von Zentnern schwere Blöcke so auf ihrer Unterlage, daß sie mit der Hand in Schwingungen versetzt werden können (Schaukelsteine).

Seit alten Zeiten ist der Granit ein hochgeschätztes Baumaterial, während die plastische Kunst sich dieses harten Steines nicht mehr zu bedienen pflegt. Im alten Ägypten finden sich dagegen zahlreiche Statuen, Obeliske 2c. aus Granit. Der Granit aus dem Bayerischen Walde gilt namentlich als vorzüglicher Pflasterstein.

2. Der **Syenit** besteht aus Orthoklas und Hornblende; ersterer ist an der weißen bis rötlichen, letztere an der schwärzlich grünen Farbe kenntlich. Ein großartiges Trümmermeer von kolossalen Syenitblöcken zeigt der Felsberg im Odenwald, wo noch eine 10 m lange und 1,50 m dicke Riesensäule aus der Römerzeit liegt. Dieses körnige Gestein, welches sich im Fichtelgebirge, auch in Sachsen und Thüringen findet, eignet sich zu architektonischen Gliedern, wie Säulen 2c., und nimmt schöne Politur an. Besonders verwendet man es auch zu Grabdenkmälern.

3. Die **Porphyre** sind krystallinische Gesteine mit vorwiegendem Feldspatgehalt. Man unterscheidet den **Quarzporphyr** oder **Felsit** von meist rotbrauner Farbe, sehr hart und splitternd (Hornsteinporphyr), hart und

uneben brechend (Feldsteinporphyr) oder weich (Thonsteinporphyr), wenn er bereits in Verwitterung begriffen ist. Im allgemeinen enthält dieses Gestein viel Quarz und letzterer ist wieder reich an Flüssigkeitseinschlüssen, wie sich mit dem Mikroskop nachweisen läßt. Letztere sind meist so klein, daß hunderte zugleich im Gesichtsfeld des Instrumentes erscheinen und enthalten oft ein Gasbläschen, welches sich nicht selten in unaufhörlicher Bewegung befindet. Viele Millionen solcher Luftbläschen (Libellen) mögen sich seit unzählbaren Jahrtausenden in einem Block von Quarzfels oder quarzhaltigem Gestein bewegen, der selbst regungslos seit grauer Vorzeit an seiner Stelle liegt. —

Die Porphyrberge Thüringens und Südtirols sind steile Kuppen von malerischen Formen; in Sachsen hat sich das aus der Tiefe gequollene Gestein als Decke ausgebreitet.

Der **Porphyrit**, welcher statt des Kali- Feldspates Oligoklas enthält, dient wie der vorige namentlich zu Kunstgegenständen.

4. Der **Trachyt** (von trachys, rauh) ist ein graues Gestein (Drachenfels im Siebengebirge, Westerwald), dessen Bruchflächen durch rissige Sanidinkrystalle sehr rauh erscheinen. Sehr hohe Berge, wie der Chimborasso, der Ararat, der Pik von Teneriffa, bestehen aus Trachyt.

5. Der **Obsidian** ist ein durch Einwirkung großer Hitze in glasähnliche Masse umgewandelter Trachyt, sehr verschieden in Farbe und Aussehen. Grün ist z. B. der durchsichtige **Bouteillenstein** (Böhmen), wolkig der **Glasachat**, während andere Varietäten (**Perlit** aus Ungarn) ganz aus Glaskugeln von Erbsengröße zusammengesetzt sind. In vulkanischen Gegenden finden sich häufig Obsidianlager, und da dieser Stein sehr schwer verwittert, sind dieselben fast pflanzenlos. Wegen seiner scharfen Splitter diente der Obsidian in alten Zeiten, ehe die Menschen Metalle bearbeiten lernten, denselben zu Pfeilspitzen, Messern u. s. w.

6. Der **Bimsstein** zeigt die schon beim Obsidian bemerkbaren Luftbläschen in solcher Anzahl, daß er eine erhärtete, schaumige Masse darstellt. Diese enthält soviel Luft, daß der Bimsstein auf dem Wasser schwimmt. An Obsidianlagern, deren oberer Teil von Gasen und Dämpfen, welche die einst feuerflüssige Masse durchzogen, in Bimsstein verwandelt wurde (Teneriffa), kann man den Übergang beider Gesteine ineinander deutlich beobachten. Bimsstein findet sich oft als Auswurf von Vulkanen und bedeckt nach heftigen Eruptionen zuweilen das Meer so massenhaft, daß er die Schiffahrt hindert.

Die Verwendung dieses Steines beruht namentlich auf der Schärfe der zahlreichen Blasenränder; schon im Altertum benutzte man ihn zum Schaben der Felle, zum Radieren von Pergamenten ꝛc. Ein feines Pulver davon wird Seifen beigemischt, welche festhaftenden Schmutz entfernen sollen. — Der meiste Bimsstein kommt von Andernach a. Rh., aus Ungarn und von den liparischen Inseln.

7. Der **Klingstein** (Phonolith), von phono (griech.) töne und lithos Stein, ist ein dunkelgrünes oder graues trachytähnliches Gestein mit Sanidin und Nephelin, sowie Einschüssen von Hornblendekrystallen. Er läßt sich in Platten spalten, welche beim Anschlagen einen hellen Ton geben und als Baumaterial dienen. Durch Verwitterung bildet sich auf ihm eine hellfarbige Rinde, welche mit Säuren braust; bei vollständiger Zersetzung bildet er eine alkalireiche und deshalb sehr fruchtbare Erde.

Die Phonolithberge erheben sich meist als einzelstehende Kegel oder wilde Felsgruppen gemeinschaftlich mit Basalt aus der Ebene und sind auf deutschem Boden, weil sie die Gegend weithin beherrschten, oft mit Burgen gekrönt, wie der Hohentwiel und der Hohenstaufen.

8. Der **Diorit** (von diorizo [griech.] unterscheide) ist ein körniges Gemisch aus Oligoklas (weiß), Labrador (grün) und Hornblende (schwarz). Außerdem finden sich noch manche andere Bestandteile darin, so finden sich nicht selten Granaten in diesem, im Harz, Thüringer Wald, den Alpen zc. und auch in vielen erratischen Blöcken vorkommenden Gestein.

Ähnlich ist der, außer den Mineralbestandteilen des Diorits auch Augit, Chlorit und Magneteisen enthaltende **Diabas** (Sachsen, Fichtelgebirge), welchen man mit dem vorigen unter dem Namen **Grünstein** zusammenfaßt.

9. Ein dunkles, oft schwarzes, seltener rötliches oder grünliches Gestein ist der **Melaphyr** (von melas [griech.] schwarz), welcher häufig in blasigen Hohlräumen sehr schöne Achatdrusen führt. Berühmt sind diese letzteren Funde namentlich von Oberstein a. d. Nahe und Idar.

10. Der **Basalt** ist ein meist dunkles, sehr hartes, scheinbar gleichförmiges Gestein, welches sich erst unter dem Mikroskop als eine Zusammensetzung sehr kleiner Teile von Augit, Oligoklas, Magneteisen und Nephelin, oder Leucit und Olivin erweist.

Der Basalt tritt immer in größeren Massen auf, welche einzelne Bergkegel oder ganze Tafelländer bilden (Lausitz, Rhöngebirge, Kaiserstuhl). Merkwürdig ist die häufige Absonderung des Basaltes in 6—9 seitigen Säulen, welche sich so regelmäßig fortsetzen, daß sie bei Faustdicke eine Länge von 50 m erreichen können, während andere wieder 2½ m Durchmesser besitzen. Seltener ist grobkörniger (**Dolerit**, am Meißner) oder feinkörniger Basalt (Anamesit, Wilhelmshöhe). Großartige Grottenbildungen mit Basaltsäulen zeigt die Insel Staffa, eine der Hebriden, mit der berühmten Fingalshöhle.

Bei uns verwendet man den Basalt wegen seiner Härte und schweren Verwitterung als Schottermaterial für Straßen.

Rückblick. Alle krystallinischen Massengesteine verraten die einstige Bildung aus feuerflüssigem Zustand unter Einwirkung überaus großer Hitzegrade. Die Vulkanausbrüche geben auch jetzt noch Gelegenheit, die Bildung des Basaltes aus erstarrender Lava und des Bimssteines aus geschmolzenen Trachyten zu beobachten. Weil diese Gesteine aus dem Innern der Erde emporgequollen sind, zeigen sie keine regelmäßige Schichtenbildung, sondern steigen in Gängen empor und breiten sich oben deckenförmig aus oder haben einen Kegel aufgeschüttet. Versteinerungen von Organismen mangeln, da solche, wenn überhaupt je vorhanden, durch die Hitze zerstört worden sind. Man trennt die krystallinischen Massengesteine in plutonische (Granite und Porphyre) und in vulkanische (Trachyte und Basalte) und schließt aus dem Umstand, daß letztere die ersteren häufig in Gängen durchsetzen, auf das geringere Alter der vulkanischen Gesteine.

b) Krystallinische Schiefer.

1. Der **Gneis**. In Tirol, dem Böhmerwald, Schwarzwald u. s. w. finden sich häufig ganze Bergzüge aus diesem Gestein, welches bei grauer

oder rötlicher Farbe oft einen deutlichen Silberschimmer zeigt. Derselbe rührt von zahlreichen Glimmerschüppchen her, welche sich neben Feldspat und Quarz in demselben vorfinden. Durch ihre parallele Lagerung rufen sie eine leichte Spaltbarkeit in dünnen Tafeln hervor, welche wir als schieferige Struktur bezeichnen. Je dichter die Glimmerblättchen aneinander liegen, desto feiner wird die Schieferung, je weniger im Gestein enthalten sind, desto mehr nähert es sich dem Granit.

Der Gneis ist durch seinen oft bedeutenden Gehalt an Erzgängen wichtig. Der Goldberg in Rauris, Freiberg in Sachsen führen Gold, resp. Silber, der Schwarzwald Gänge von silberhaltigem Bleiglanz 2c. Mächtige Stöcke im Gneis bildet der Magneteisenstein; so ist der Magneteisenberg von Gellivara in Lappland, welcher eine Länge von 5000 m und eine Breite von 3000 m besitzt, durch Verwitterung des umliegenden Gneisgebirges bloßgelegt worden. Auch das Kupferbergwerk von Falun liegt im Gneis. Die Alpen und die bayerische Oberpfalz enthalten dieses an schönen Krystallisationen reiche Gestein in einer Mächtigkeit von einigen Tausend Metern.

2. Der **Glimmerschiefer** zeigt die blätterige Struktur der Schiefergesteine noch besser ausgebildet als der Gneis. Er besteht gewöhnlich aus Quarz und Glimmer und geht, wenn sich Feldspat in größerer Menge hinzugesellt, in Gneis über. Nicht selten findet sich brauner oder roter Granat in dem Gestein, welches gleichfalls oft Erz führt, z. B. Kupfer bei Klausen in Tirol, Quecksilber in Ungarn (Szlana), Silber in Norwegen (Kongsberg), Gold in den österreichischen Alpen. Das Graphitlager von Hafnerzell bei Passau ist von Glimmerschiefer umschlossen.

3. Der **Urthonschiefer** (Phyllit) hat zwar ebenfalls schieferige Struktur, ist aber dichter als der vorige und ist von einem Gemenge von Quarz, Feldspat und Hornblende oder Chloritschiefer gebildet. Seine Farbe ist dunkel bis schwarzblau, die Spaltflächen zeichnet ein eigentümlicher Seidenglanz, den Querbruch eine wellige Fältelung aus.

4. Der **Thonschiefer**. Man unterscheidet eine Anzahl von Varietäten, deren bekannteste der durch Kohlengehalt schwarz gefärbte Tafelschiefer ist. Dieses weiche, leicht und glatt spaltbare Gestein ist jedem von uns aus der Schulzeit bekannt; denn aus den feinsten Sorten, wie sie zu Lehesten in Thüringen gebrochen werden, macht man die Schreibtafeln, auf welche wiederum mit gespitzten Stücken eines hellen weicheren Thonschiefers, den Griffeln, geschrieben wird. Gröbere Sorten dienen zum Dachdecken.

Sehr weich ist der schwarze Zeichen- oder Kreideschiefer (Oberfranken). Zu Stengeln spaltbar ist der vorhin erwähnte Griffelschiefer (Thüringen), hart und reich an Kieselerde der zu Wetzsteinen dienende Wetzschiefer (Sachsen, Thüringen). Sehr schöne Zeichnungen weisen die geschliffenen Platten des Frucht- oder Ährenschiefers (Waldenburg in Sachsen, Ostbayern) auf. Sie enthalten dunkle, krystallinische Flecke auf hellerem Grund, welche sich wahrscheinlich durch die strahlende Hitze benachbarter Eruptivgesteine gebildet haben.

Der Schiefer wird mit Meißeln in dünne Tafeln zerlegt, auf welche mit Blechschablonen die gewünschte Gestalt aufgetragen wird; alsdann zerschneidet man sie mit eigentümlichen, großen Scheren. Der riesige Schieferbruch von Penrhyn in Wales, welcher elf Stockwerke mit Schienen-

geleisen und eine Gesamttiefe von 180 m besitzt, über 2000 Arbeiter beschäftigt und 4000 kg Pulver jährlich zu Sprengarbeiten erfordert, kann Schieferplatten liefern, welche bei einer Dicke von nur 1 cm 9 m Quadratseite haben. Der Thonschiefer wird, da er anscheinend nicht krystallinisch ist, auch der nächsten Gruppe beigezählt, erweist sich unter dem Mikroskop aber doch als ein Gemenge von winzig kleinen Kryställchen von Hornblende, Glimmerblättchen und Quarzkörnchen.

5. Der **Granulit**, ein Schiefergestein aus Feldspat und Quarz, immer mit rotem Granat gemengt, zeigt meist weiße oder graue, seltener eine ausgesprochenere Farbe und findet sich in isolierten Massen (Mittelgebirge, Sachsen) von elliptischer Gestalt.

Rückblick. Die krystallinischen Schiefergesteine unterscheiden sich von den Massengesteinen durch ihre schieferige Struktur, d. h. die Anordnung in parallelen Lagen. Sie sind aus kleinen Körnern, Blättchen oder stengelförmigen Krystallen von undeutlicher Ausbildung zusammengesetzt.

Gemengte Gesteine bestehen immer aus mehreren, verschiedenen Mineralien. Sie haben ein krystallinisches Gefüge und teils massige, teils schieferige Struktur. Viele sind ihrer Härte und Widerstandsfähigkeit halber ein wichtiges Material für Bauten (Granit), für Pflaster (Basalt), für Kunstwerke (Syenit), sowie für andere industrielle Zwecke (Schiefer). Der Gneis ist reich an wertvollen Erzen.

c) Klastische oder Trümmergesteine.

a) Ohne Bindemittel.

Die Entstehung dieser Gesteine können wir heute noch an geeigneten Orten beobachten, da sie hauptsächlich eine Folge der Verwitterung ist. Die Kräfte, welche diese hervorbringen — Wasser und Eis im Verein mit der Sonnenwärme — sind heute noch wie vor Millionen von Jahren ununterbrochen thätig. Wenn wir die Kalkberge des oberen Isargebietes und des Kaiserstockes, die Porphyrschluchten Südtirols, die Nagelfluhschichten der Rigi durchwandern, hören wir, namentlich im Frühjahr, die Trümmer von den Steilwänden brechen, bald einzeln und klein herniederrieselnd, bald als Steinschlag mit donnerartigem Getöse niederstürzend. So sammelt sich am Fuß der scharfkantige **Schutt** an, zu welchem sich noch die Schuttwälle der Moränen (s. d.) gesellen.

Nehmen Gebirgsbäche Teile der Schuttkegel mit und breiten sie im Thale aus, so entstehen Geschiebe, deren Trümmer jetzt runde Formen angenommen haben. Wird das Trümmergestein vom Wasser auf weite Strecken fortgeschleppt, so werden die kleineren Stücke ganz zerrieben und je nach ihrer ursprünglichen Zusammensetzung in feinen **Schlamm** und **Lehm** oder in **Sand** (Granit, Porphyr, Gneis) verwandelt, welche dann ihrer größeren Leichtigkeit wegen durch die Strömung von den großen Trümmern getrennt und viel später als jene schweren Stücke an Stellen mit ruhigem Wasser abgelagert werden. Der Lehm und der Sand bedecken große Gebiete. Namentlich letzterer verleiht den von ihm beherrschten Gegenden ein sehr charakteristisches Gepräge, indem er, vom Meere als Triebsand angeschwemmt und von dem Winde als Flugsand fortgetragen, Dünen und Wüsten bildet (s. d.).

Durch Vermischung von Sand und Lehm, sowie anderen aus verwittertem Gestein gebildeten Erdarten entsteht endlich der stark mit vermoderten organischen Resten untermischte **Humus**, die Ackererde, welche als fruchtbare Bodenfläche den größten Teil des festen Landes bedeckt und die unerläßliche Bedingung für eine nutzbare Feld- und Waldvegetation bildet. Sie entsteht durch viele Generationen niedriger Pflanzen, Moose, Flechten und Algen, welche zuerst von dem verwitterten Boden Besitz ergreifen und, nachdem ihre Reste schon einen kleinen Überzug fruchtbaren Bodens gebildet, durch höherstehende allmählich ersetzt werden.

Die Damm- oder Ackererde, welche je nach der Beschaffenheit ihres Ursprungsgesteines vorherrschend kalkig, thonig oder, wenn aus Moorboden entstanden, besonders reich an organischen Resten ist, hat meistens eine dunkle Farbe, besonders im frischen, noch feuchten Zustand.

b) Mit Bindemittel.

Werden die eben betrachteten Trümmergesteine und Erdarten durch irgend ein Bindemittel, z. B. kalkhaltiges oder thoniges Wasser, überrieselt, durchtränkt und beim Erhärten desselben zu einem Ganzen vereinigt, so entsteht ein festes Trümmergestein, dessen Bestandteile seine Bildung deutlich erkennen lassen.

1. **Konglomerate** bilden sich durch Gerölle und Geschiebe, deren zuweilen sehr große Stücke durch Kalk, Thon oder Kieselerde verkittet wurden. Besteht das Geschiebe aus Kalk- und Sandsteinen, so bildet es die ziemlich lockere, infolge Lösung des Bindemittels zu vielen Abstürzen führende Nagelfluh, für welche die Isarufer oberhalb Münchens, die Jahr für Jahr in nicht unbedeutenden Partieen nachstürzen, ein anschauliches Beispiel geben. Der berüchtigte Bergsturz von Goldau wurde durch Abrollen der Nagelfluhwände des Roßberges veranlaßt.

Besteht das Gerölle oder Geschiebe aus Quarz, Thonschiefer und Feldspat mit Thon oder Kieselerde als Bindemittel, so nennen wir es Grauwacke. Dieselbe ist im Gegensatz zur helleren Nagelfluh meist dunkler gefärbt und zeigt, wenn sie stark mit parallel gelagerten Glimmerblättchen untermischt ist, Übergänge zum Grauwackenschiefer.

Die festeren Sorten von Konglomeratsteinen werden als Baumaterial benutzt, die leichter verwitternden haben wenig Wert für industrielle Zwecke und werden tiefer liegenden fruchtbaren Strecken häufig durch ihre Geröllbildung verderblich.

2. Der vorhin erwähnte Sand verwandelt sich, sobald er durch ein Bindemittel zusammengekittet wird, in **Sandstein**, welcher bei den härtesten Varietäten ein kieseliges, bei den weicheren, mitunter sogar zerreiblichen, ein thoniges oder kalkiges Bindemittel aufweist. Ihrer vorherrschenden Zusammensetzung entspricht auch die Farbe, welche grau, rot, grün, gelb oder auch bunt sein kann.

Oft sind thonige und kieselige Sandsteine in einem und demselben Gebirgszug abwechselnd enthalten und geben dann, weil die ersteren rasch verwittern, oft wildzerklüftete Formen, wie z. B. in der sächsischen Schweiz. Eigentümlich ist der elastische Sandstein, Itakolumit aus Brasilien, welcher durch eingelagerten Talk eine gewisse Biegsamkeit erhalten hat, sowie der in rechteckigen Blöcken sich absondernde Quadersandstein aus

Adersbach in Böhmen und der sächsischen Schweiz. Für die Industrie sind die harten Sandsteine als Baumaterial (gotische Dome in Deutschland), sowie zur Herstellung von Schleif- und Mühlsteinen wichtig.

3. Sind die Bestandteile eines zusammengesetzten Gesteines sehr groß und scharfkantig, so entsteht die **Breccie**. Dieselbe enthält oft eine Anzahl der verschiedensten Bruchstücke, wie z. B. die prachtvolle verde d'Egitto, bei welcher Diorit, Porphyr und Granit in eine grüne, dioritische Grundmasse eingebettet sind, und ist dann ein schönes Dekorationsmaterial für Prachtbauten. Eine besondere Art, die Knochenbreccie, besteht aus tierischen Resten, den Zähnen und Knochen von Raubtieren, welche oft massenweise in Höhlen den Boden bedecken und durch ein meist kalkiges Bindemittel zu einem Gestein verkittet sind, oder aus den Knochenteilen von Pflanzenfressern, welche sich in den von ihnen bewohnten Erdspalten aufhäuften. Ältere Gesteine dieser Art bestehen fast durchweg aus den Knochen und Zähnen von Sauriern und Fischen, sowie deren gleichfalls versteinerten Kotklumpen (Koprolithen).

4. Auch die von vulkanischen Eruptionen herrührenden Stoffe, der Sand, die sogenannten vulkanischen Bomben (Lapilli), ferner die Asche können unter geeigneten Umständen da, wo sie niederfielen oder nachträglich von Wasserströmungen abgelagert wurden, durch Verkittung Gesteine bilden, welche wir **Tuffe** nennen. Sie besitzen häufig eine sehr lockere, zellige Struktur.

Rückblick. Unter Trümmergesteinen verstehen wir solche, an denen wir deutlich die Spuren einer vorhergehenden Zerstörung und darauffolgenden Verkittung ihrer Bestandteile sehen, welche mitunter ursprünglich ganz verschiedenen Felsarten angehörten. Sind die zusammengekitteten Trümmer rund, so verraten sie einen mehr oder weniger weiten Transport durch Wasser und bildeten vor ihrer Zusammenkittung Gerölle und Geschiebe, während sie im andern Falle, wenn die Stücke sich scharfkantig zeigen, an demselben Ort, wo ihr Muttergestein zertrümmert wurde, sich wieder verbanden. Die gröberen Bruchteile bildeten Konglomerate, die feineren Sandsteine, während die fast mikroskopisch kleinen, vom Wasser abgelagerten Schlammteilchen sich zuletzt als Thongesteine absetzten.

Alle Gesteine stellen größere Anhäufungen entweder ein und desselben Minerales vor und heißen dann einfache Gesteine, oder sie bestehen aus mehreren Mineralien, in welchem Fall man sie zusammengesetzte nennt. Sie sind entweder krystallinisch und durchweg gleichartig (Eruptivgesteine) oder aus den Trümmern anderer durch Verkittung entstanden (Trümmergesteine). Die Massengesteine sind hauptsächlich auf vulkanischem Weg durch Erstarrung feuerflüssiger Eruptionsstoffe, die geschichteten durch Ablagerung aus dem Wasser entstanden. Die letzteren heißen auch Sedimente, und zu diesen zählen naturgemäß fast alle Trümmergesteine.

Die Zeitalter der Erde.

Nachdem die Einwirkungen der verschiedenen gesteinsbildenden Faktoren und die Gesteine selbst genauer betrachtet wurden, ist es erst möglich, eine Übersicht der sog. Zeitalter der Erde und ihrer Formationen zu geben, da die erwähnten Gesteine für dieselben oft charakteristisch sind und daher als bekannt vorausgesetzt werden müssen.

I. Die Urzeit oder das archaische Zeitalter.

Die erste Erstarrungsrinde der Erde mußte ihre, jedenfalls noch sehr bedeutende Hitze auch dem darauf sich niederschlagenden Wasser mitteilen, und das fast bis zum Siedepunkt erhitzte Wasser zerstörte seinerseits die obere Fläche der Urgesteine. Die sich alsdann wieder absetzenden Sedimente bildeten sich unter Einwirkung von Druck und Hitze krystallinisch aus. Wir dürfen sie daher als die älteste von uns bis jetzt erreichte Gesteinsformation, als das Urgebirge der Erde bezeichnen. Sie bestehen von unten nach oben aus Gneis, Glimmerschiefer und Thonschiefer. Doch sind nicht immer alle drei Schichten vorhanden. Die Ursedimente finden sich auf der ganzen Erde, erreichen aber nur da die Oberfläche, wo sie eine größere Mächtigkeit (bis zu 30 000 m) besitzen.

Man unterscheidet die Gneisformation und die Urschieferformation; beide enthalten mitunter sehr bedeutende Lager von Granit und Quarz, Kalkstein, Serpentin, Graphit u. s. w. Namentlich Gneis und Granit treten fast regelmäßig miteinander auf.

Die chemische Zusammensetzung der Urgebirgssteine ist trotz ihrer äußern Verschiedenheit im allgemeinen sehr ähnlich. Eine eigentümliche Erscheinung im körnigen Kalk, aus sonderbar geformten Serpentinausfüllungen bestehend, hat man Eozoon genannt und als die Versteinerung eines den Wurzelfüßlern ähnlichen Tieres angesprochen. Doch deuten mehr als diese unsichere Spur die Graphitablagerungen, welche ja fast reinen Kohlenstoff darstellen, auf Anhäufungen organischer Reste hin.

Die Decke der Urgesteine wurde bei jedem aus der Tiefe kommenden vulkanischen Ausbruch von den emporgequollenen und dann erstarrten Massen des Granits, Syenits und Diorits durchbrochen und von oben her bedeckt. Wichtig ist auch der reiche Gehalt der Urgebirge an kostbaren Erzen, die von unten her in die entstehenden Klüfte und Spalten emporstiegen und Gänge bildeten; ferner an Edelsteinen, die gleich dem Diamanten später durch Verwitterung des Urgebirges bloßgelegt und im Sandgeröll der Flüsse mitgeschwemmt wurden.

II. Das Altertum der Erde oder paläolithisches Zeitalter.

Die Schichten desselben sind, da alle Vorgänge auf der Erdrinde sich in sehr großen Zeiträumen und allmählich abspielten, nicht scharf von dem ersten Zeitalter getrennt, sondern bilden im Silur und Devon einen Übergang.

Die Silurformation besteht in der Hauptsache aus Grauwacke und Sandstein, Kalkstein und Thonschiefer, welche häufig mit Konglomeraten

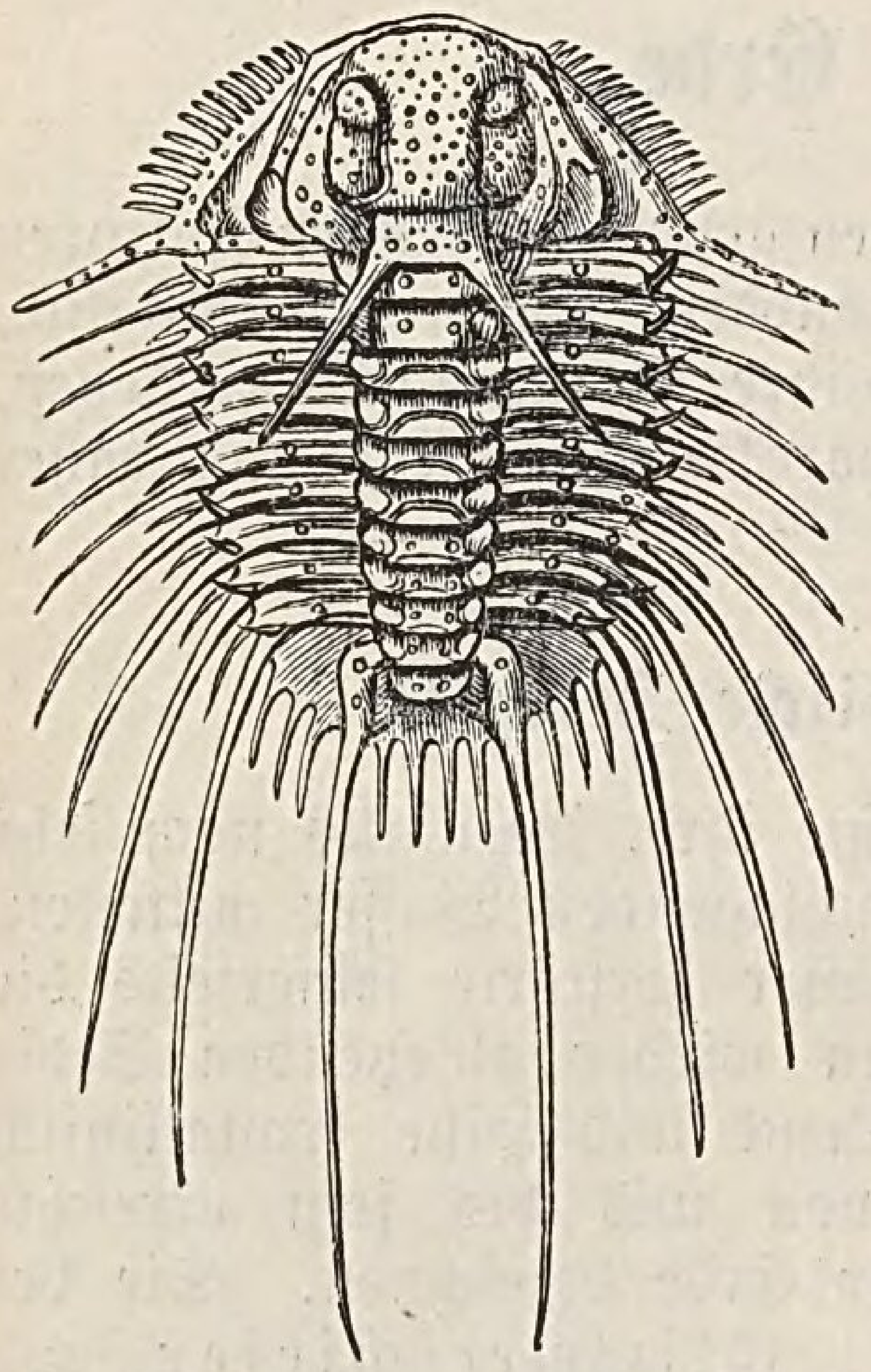


Fig. 75. Acidapsis Dufrenoy aus dem Silurkalk. Böhmen, St. Iwan. (Stachliger Trilobit.)

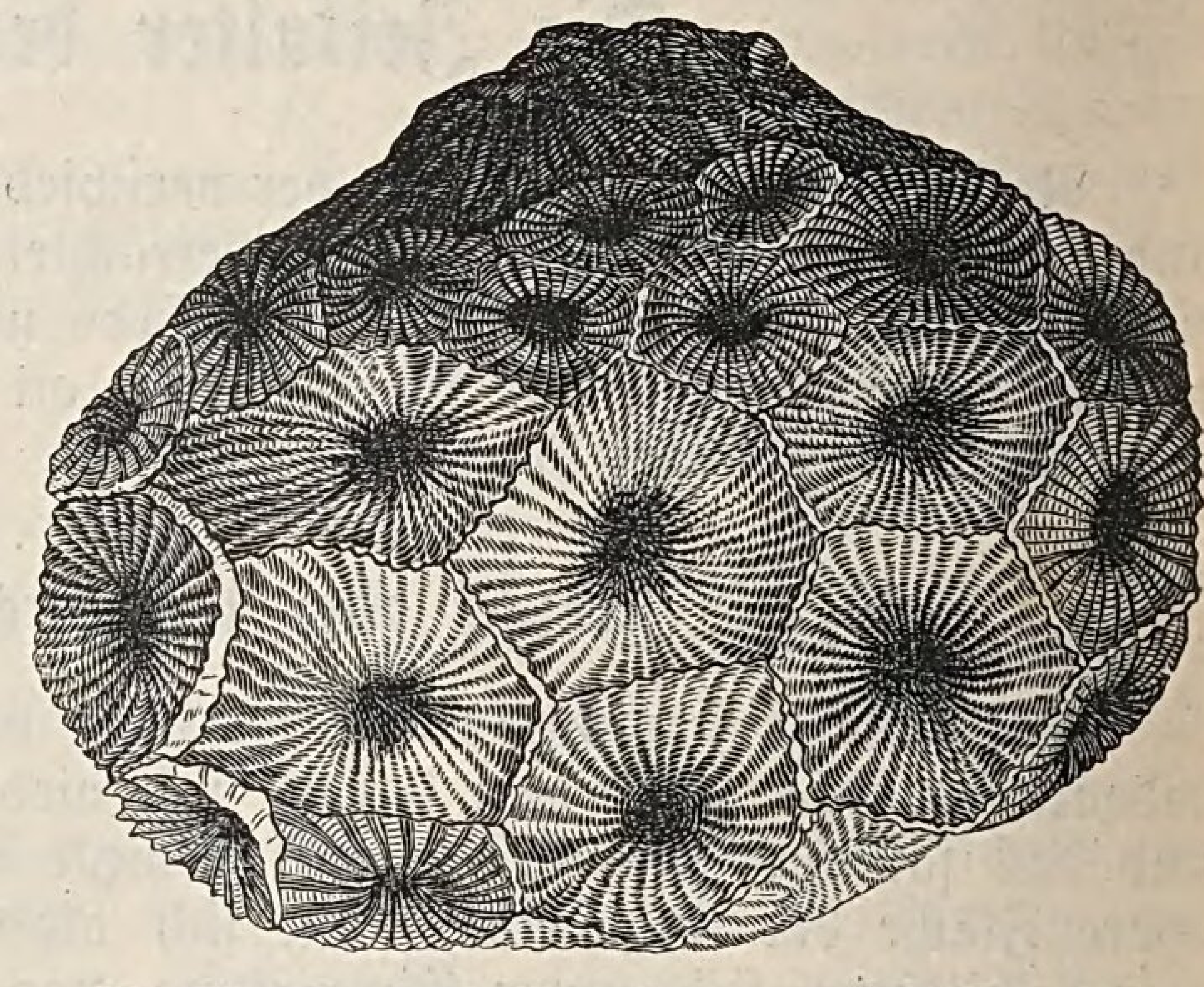


Fig. 77. Cyatophyllum hexagonum. Devonkalk. Eifel. Stock einer Koralle.

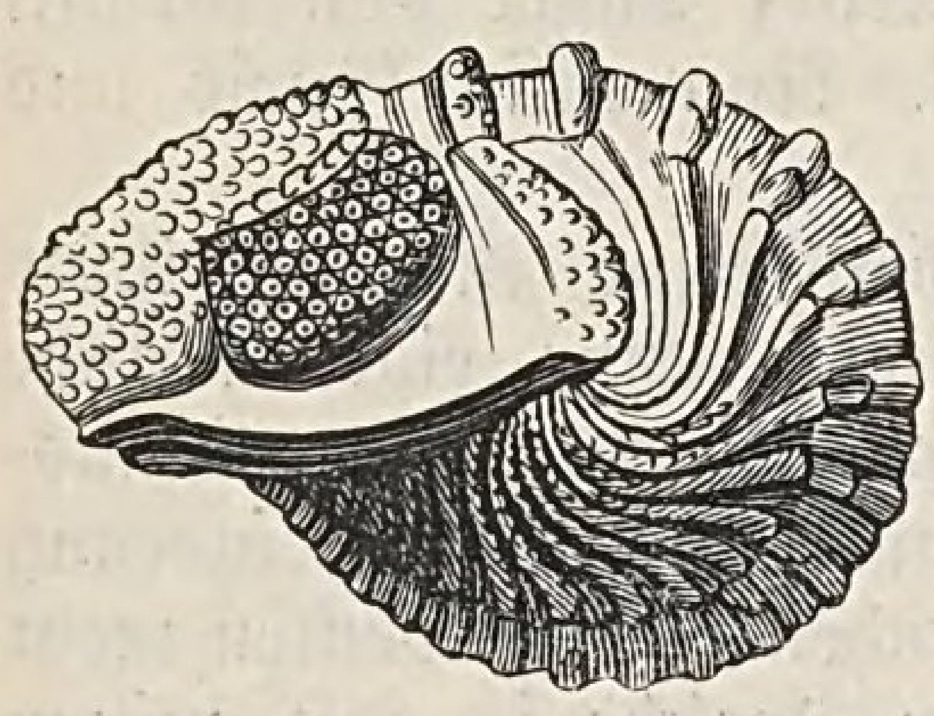


Fig. 76. Phacops latifrons aus dem Devonkalk. Eifel. (Ein Trilobit mit sehr großen Augen.)

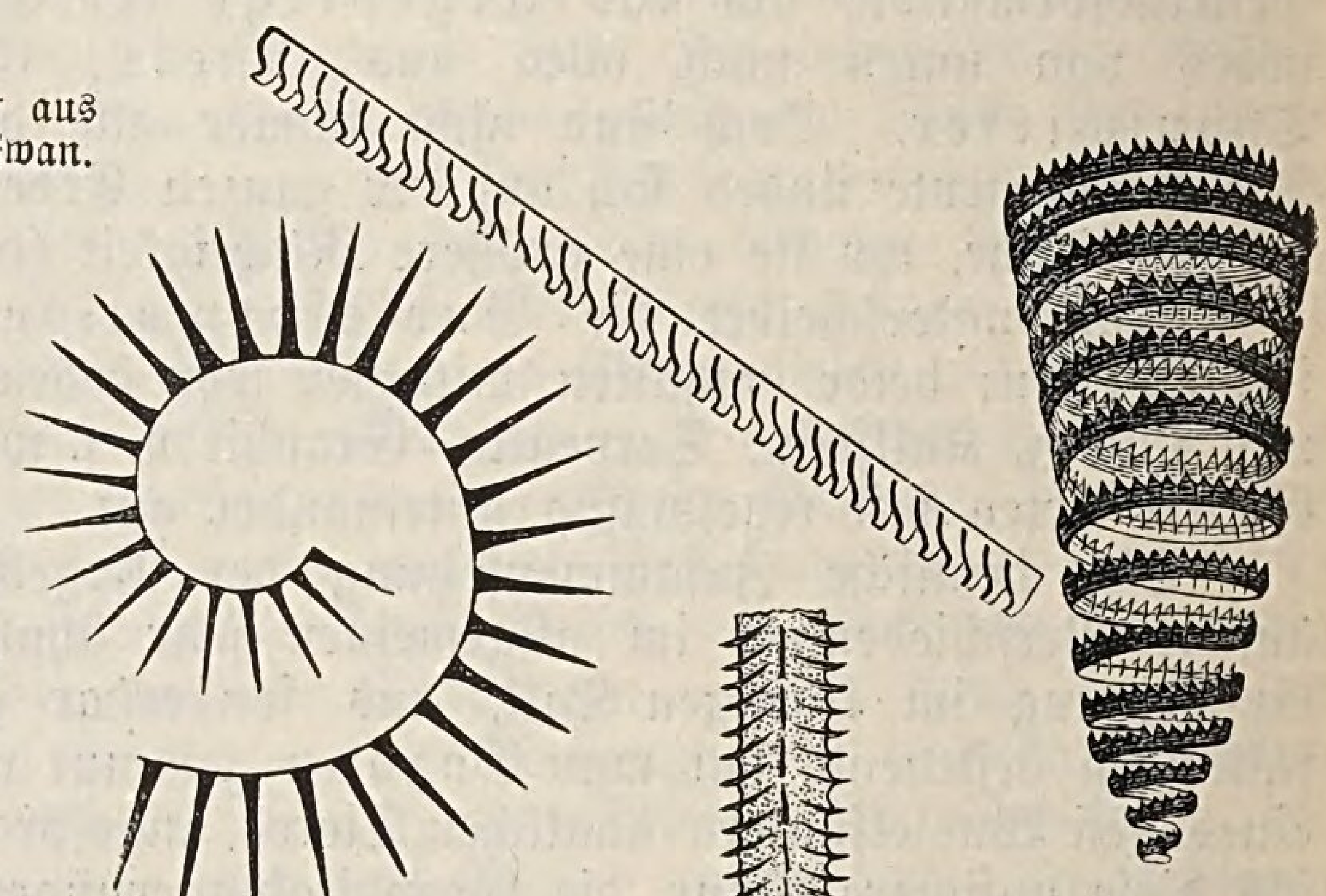


Fig. 78. Graptolithen aus dem Silur. Böhm. Alaunschiefer.

untermischt und mit vulkanischen Gesteinen bedeckt sind. Versteinerungen finden sich hier bereits in reichlicher Menge — die merkwürdigen krebsartigen Trilobiten sind Vertreter der Gliedertiere, die Beutelkriniten Vertreter der Strahltiere. Reste von Korallen sind bereits häufige Erscheinungen und haben dieselben schon damals Inseln gebaut, welche jetzt zum großen Teil in Gebirgen eingeschlossen liegen (Korallenkalk der Eifel).

Eine noch nicht genügend erklärte Erscheinung sind die sog. **Graptolithen**, welche oft in großen Massen zusammengedrückt übereinander liegen und die Form von Stäbchen oder Spiralen zeigen.

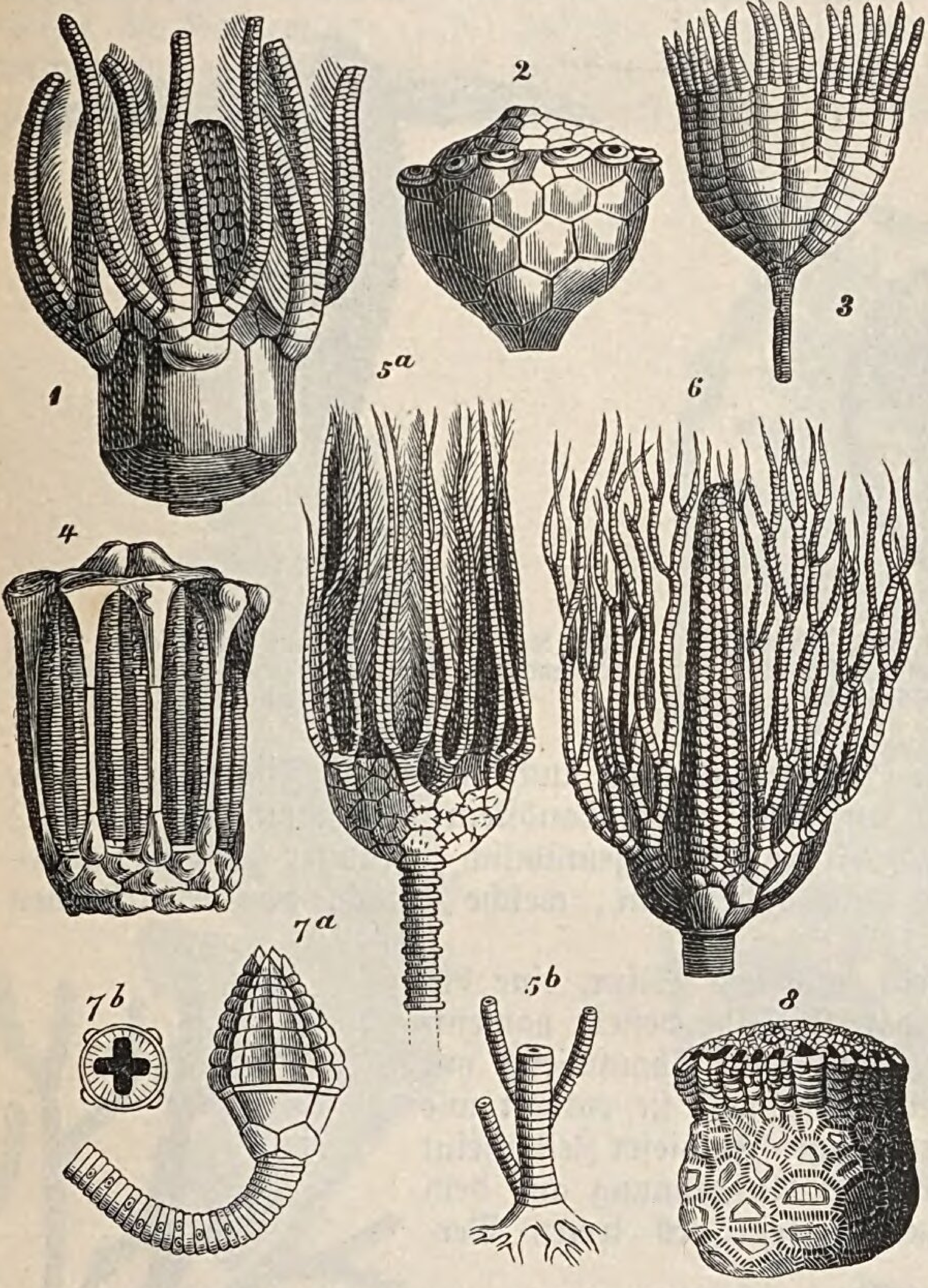


Fig. 79. Crinoiden (Verwandte der noch lebenden Pentakriniten, Amlilien) aus dem paläolithischen Zeitalter. 1—8 verschiedene Arten; 1 aus Kohlenkalk, Irland; 2 aus Kohlenkalk, Belgien; 3 Silurkalk, Nordamerika; 4, 6, 7, 8 Devonkalk, Eifel; 5 Kohlenkalk, England.

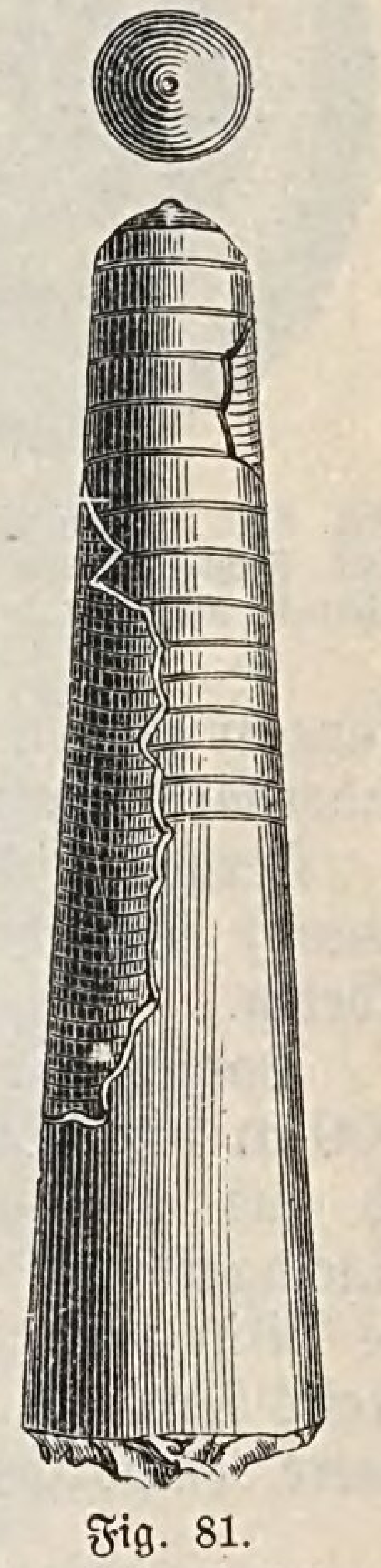


Fig. 81. Orthoceras timidum aus d. Silurkalk, Böhmen. (Ein Kopffüßler mit gerader Schale.)

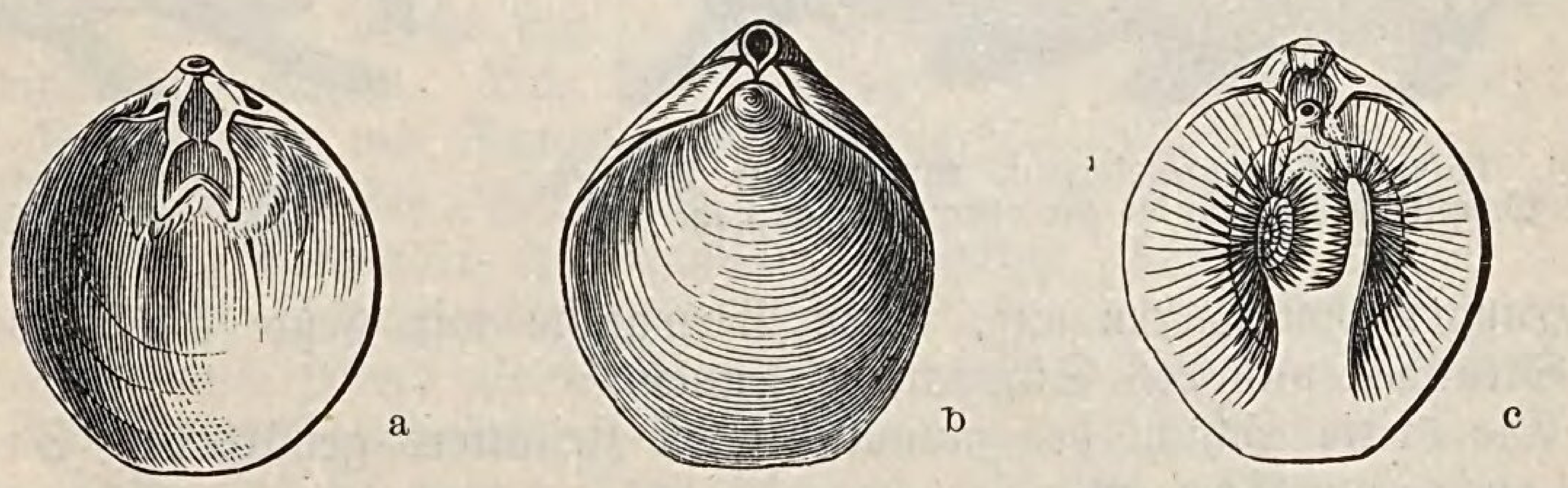


Fig. 80. Jetzt lebende Terebratula (Armfüßer) aus dem Mittelmeer. a kleine Klappe von innen, b ganze Schale, c Innenansicht mit den Kiemenarmen. Diese Molluske steht den paläolithischen Brachiopoden nahe.

Unter den Weichtieren finden sich Brachiopoden, verwandt mit Terrebratula, sowie Kopffüßler, Verwandte unseres Nautilus, aber mit geraden oder gebogenen Schalen, erstere mit einer Länge von fast 2 m, welche man zahlreich in dem zu Trottoirsteinplatten verwendeten schwedischen



Fig. 82. Clymenia undulata. Devonkalk. Fichtelgebirge. (Dem jetzigen Nautilus ähnlich, aber mit welligen Scheidewänden.)

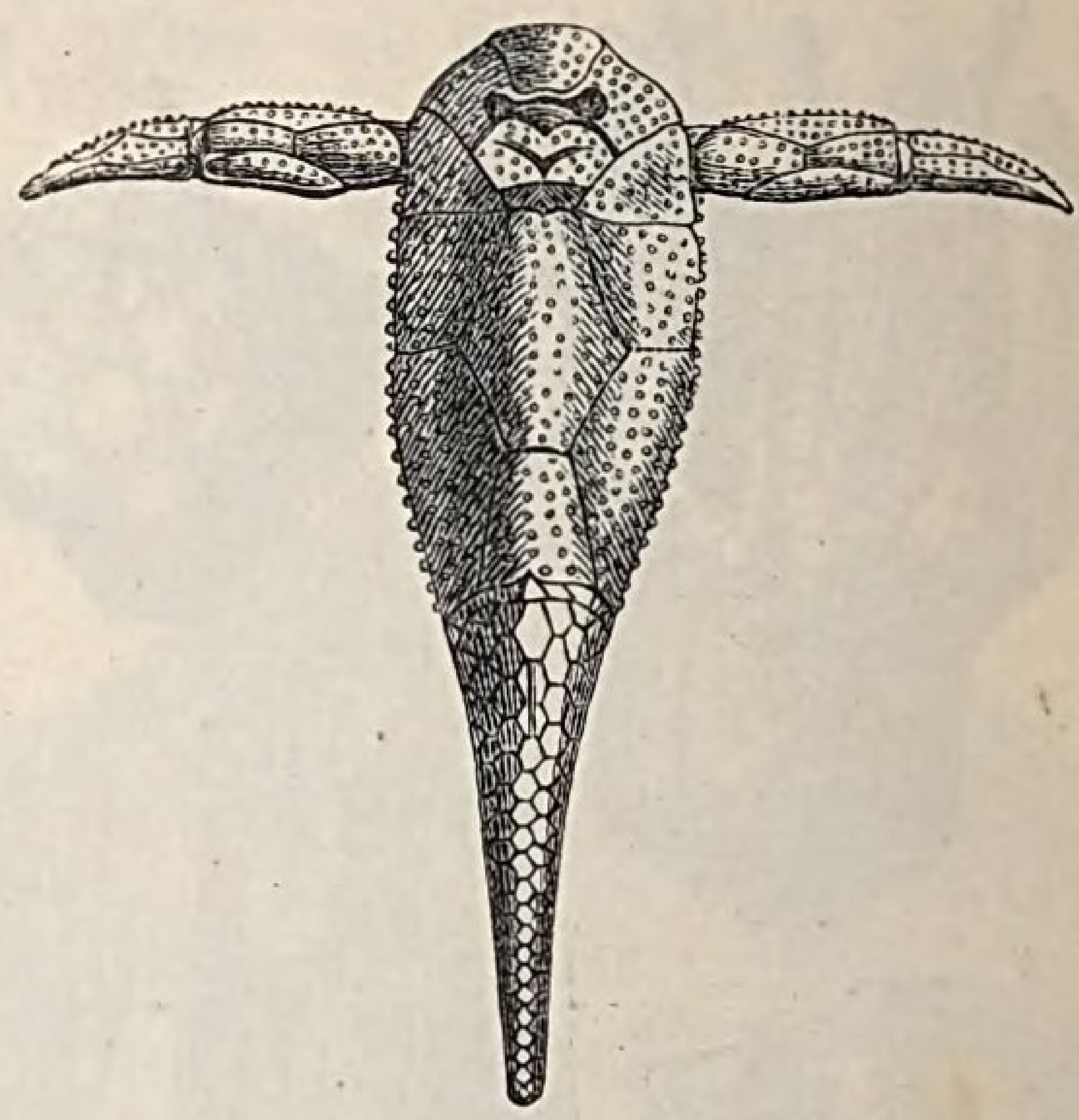


Fig. 83. Pterichthys aus schottischem, altem Rotsandstein. (Ein gepanzerter Fisch mit flügelartigen Bauchflossen.)

Marmor finden kann. (Hieher gehören auch Reste von Fischen, z. B. der sonderbare Panzerfisch aus dem roten Sandstein des schottischen Devon.)

Ferner finden sich Fische mit eigentümlich geformter Flosse (Palæoniscus) und die sog. Schraubensteine, welche Stücke von Haarsternen bildeten.

Das Devon stellt, wie das Silur, eine bis 6000 m dicke Schicht dar; dieselbe besteht namentlich aus Grauwacke, Kalk und Thonschiefer mit eingelagertem, eruptivem Diabas; sie enthält wie das Silur zahlreiche Erzgänge. In dieser Zeit scheint bereits Festland in größerer Ausdehnung aus dem Meere emporgestiegen zu sein; es treten Ver-

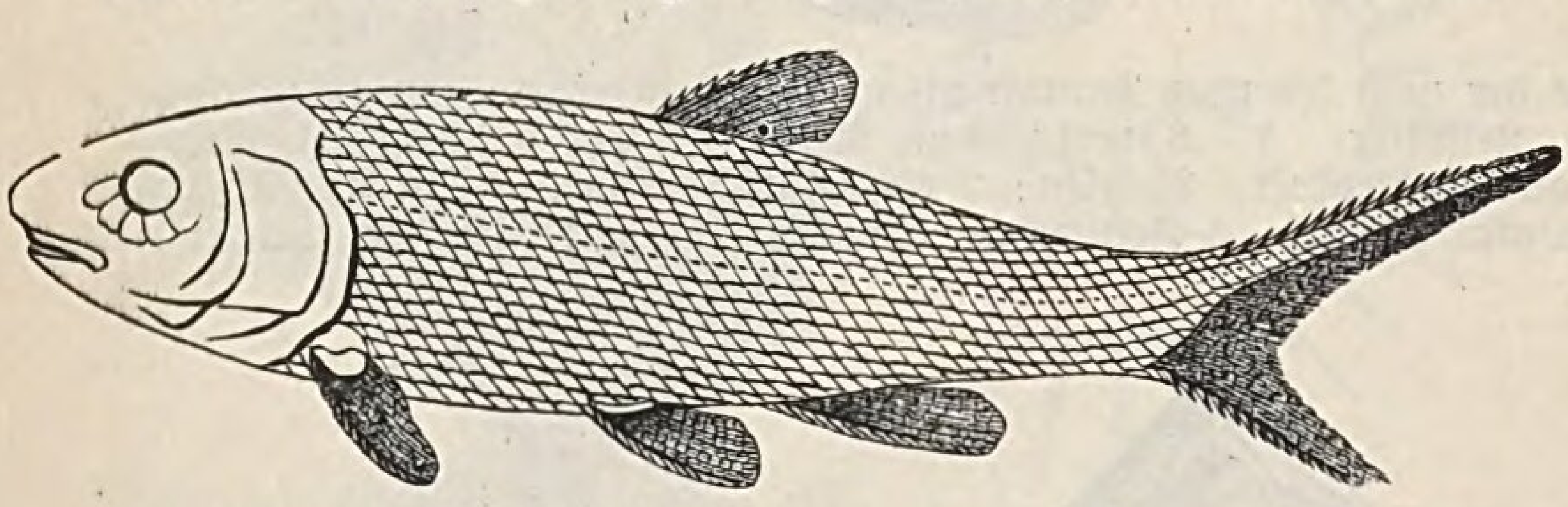


Fig. 84. Palaeoniscus Freislebeni. Kupferschiefer, Eisleben. (Die Wirbelsäule setzt sich bis zur obern Schwanzspitze fort.)

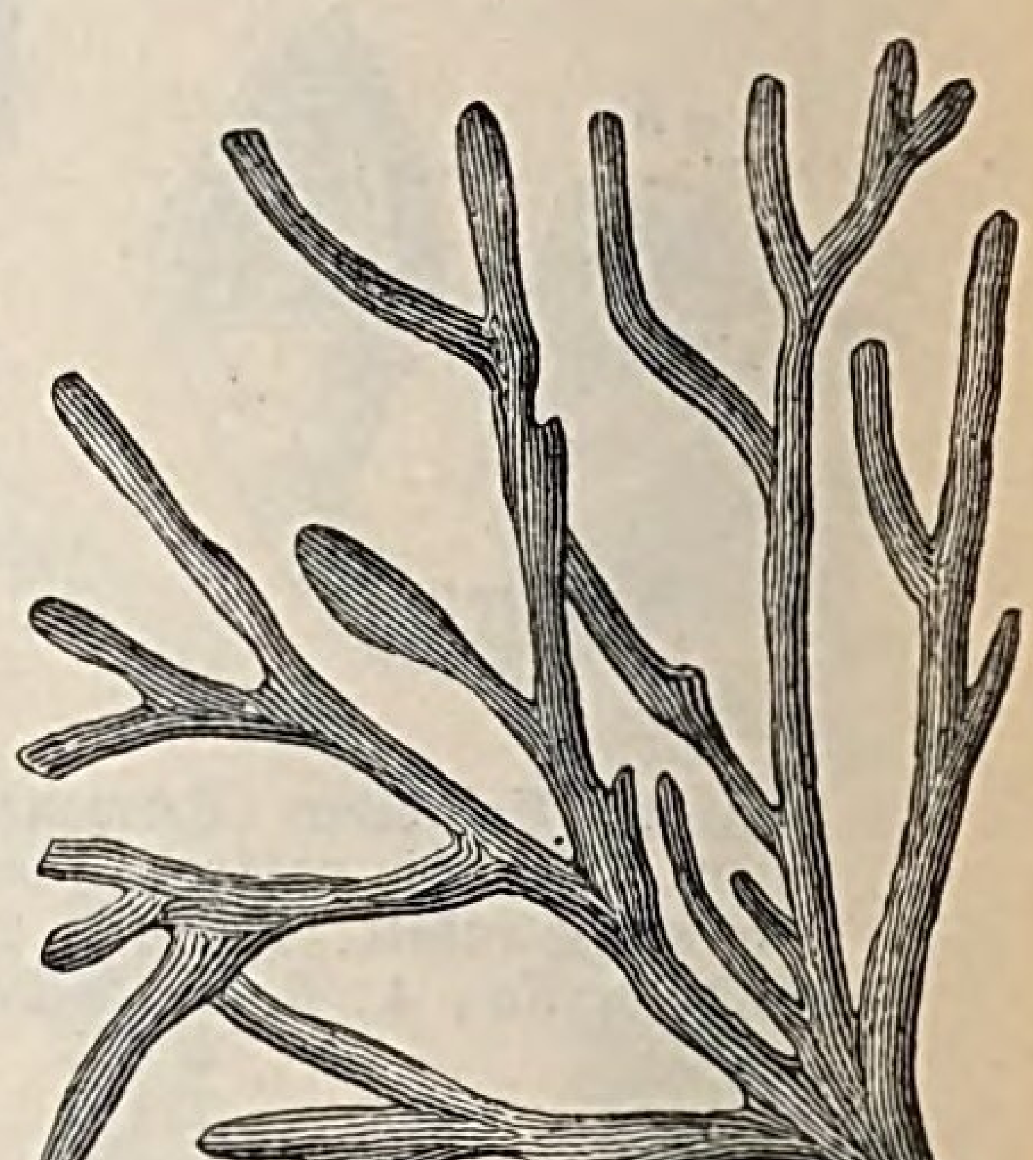


Fig. 85. Buthotrephis. (Alge aus dem Silur.)

steinerungen von Tieren auf, deren Verwandte wir heute als Bewohner des Strandes und des Süßwassers kennen.

Die dritte Schicht des paläolithischen Zeitalters gehört der Steinkohlenformation an.

Dieselbe weist zwei Regionen auf; die untere ist eine aus dem Meer entstandene Bildung, wie die zahlreichen Reste von Seetieren beweisen.

Man nennt sie **Kohlenkalk**, wenn sie nur aus Korallen, Krinoiden und Armfüßlern besteht; **Kulm**, wenn sich auch Landpflanzen darunter finden, die auf eine Anschwemmung am Meeresstrande hindeuten.

Die obere Region besteht aus Kohlensandstein und Schieferthon, welche die Kohlenflötze (s. d.) zwischen sich einschließen. Die Steinkohlenformation, die uns das so wichtige Brennmaterial liefert, ist auch von großer Bedeutung für die Wissenschaft; denn die bis 3000 m mächtigen



Fig. 86. Neuropteris plexuosa.



Fig. 87. Sphenopteris trifoliata.

(Beide Farnarten aus der Steinkohlenformation von Zweibrücken.)

Schichten enthalten eine reiche Sammlung von Resten der zahlreichen organischen Wesen, welche sich in dem üppigen, feuchtwarmen Klima jener Erdperiode entwickelten. Von Tieren finden sich namentlich Amphibien, riesige Salamander mit Fangzähnen, Süßwassermuscheln und einige Insekten; von Pflanzen die riesenhaften Sigillarien und Kalamiten, von denen man erstere zu Tausenden in zusammengedrücktem Zustande findet, sowie die sonderbaren Schuppenbäume (Lepidodendron), Verwandte unserer Bärlappgewächse, jedoch gleichfalls von gewaltiger Größe. Merkwürdigerweise sind sogar die Spuren von Regentropfen im Schlamm aus jenen uralten Zeiten bis in unsere Tage erhalten geblieben. Man hat sie auch als geplatzte Gasblasen erklären wollen, doch könnten sich diese nur in sehr flüssigem Schlamm gebildet haben, der sich alsbald wieder geglättet

hätte, und das darunter liegende Gestein müßte sich dann ebenfalls noch von Bläschen durchsetzt finden.

Endlich liegt auf der Steinkohlenformation die permische (von Perm in Rußland) oder Dyas-Formation, eine Süßwasser- und

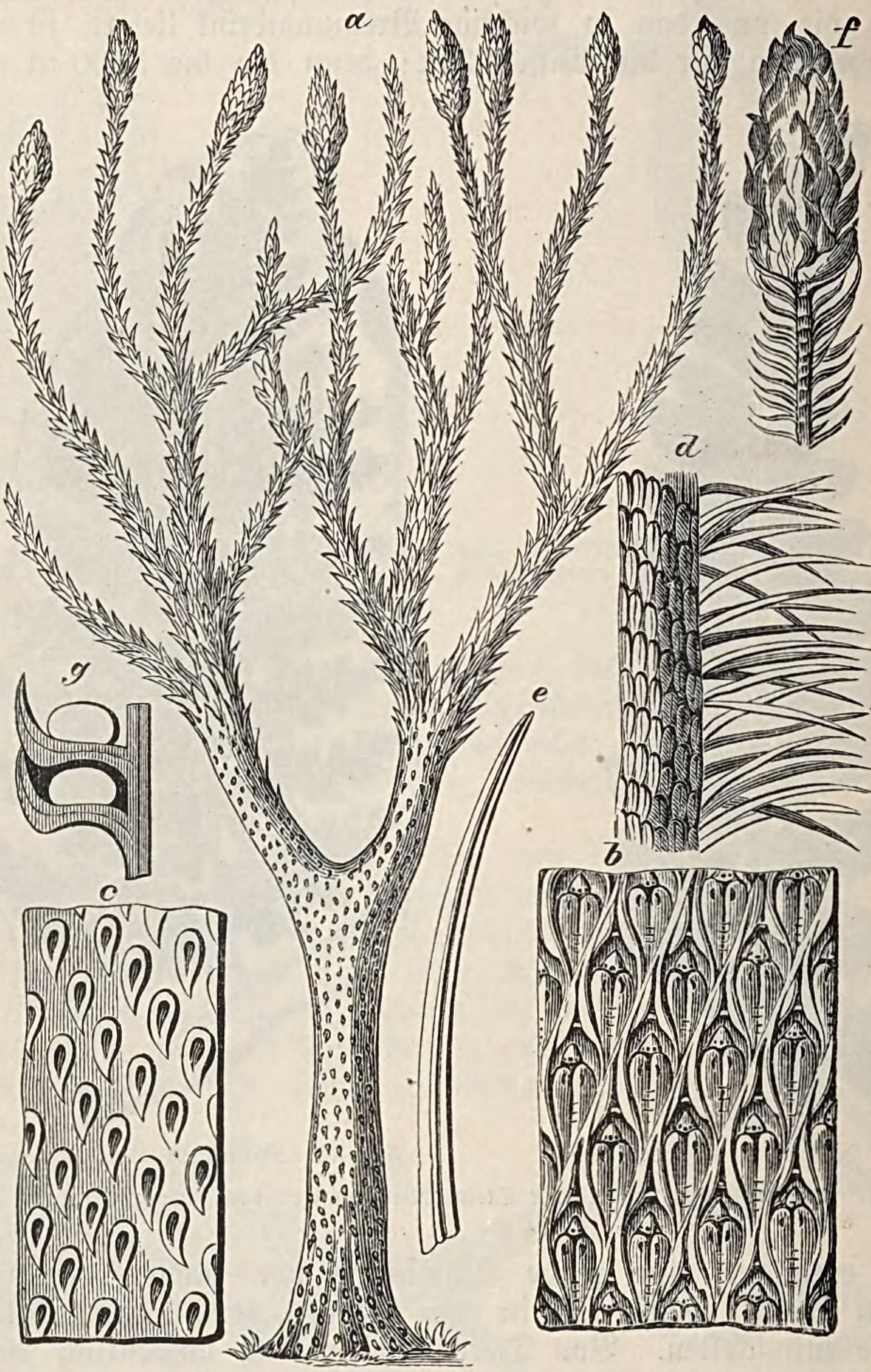


Fig. 88. Lepidodendron.

(Schuppenbaum der Steinkohlenformation, unsern Bärluppgewächsen ähnlich.) a Baum, b, c Rinde, d beblätterter Zweig, e Blatt, f Fruchtzapfen, g Teil des letzteren mit Früchten.

Strandbildung, welche aus roten Konglomeraten und Sandsteinen, dem Rotliegenden, mit Lagern von Schieferthon und Kohlen und darauf dem Zechstein, einer Meeresablagerung, besteht. Letzterer enthält außer Sandsteinen, Kalksteinen und Dolomit Gips und Steinsalz, vor allem aber dem durch seinen Erzreichtum wichtigen Kupferschiefer (im Mans-

feldischen). Zahlreiche Eruptionen fanden in jener Zeit statt, durchbrachen die Decke und überschütteten sie an vielen Stellen mit Decken von Porphyr und Melaphyr. Versteinerungen sind deshalb weniger zahlreich.

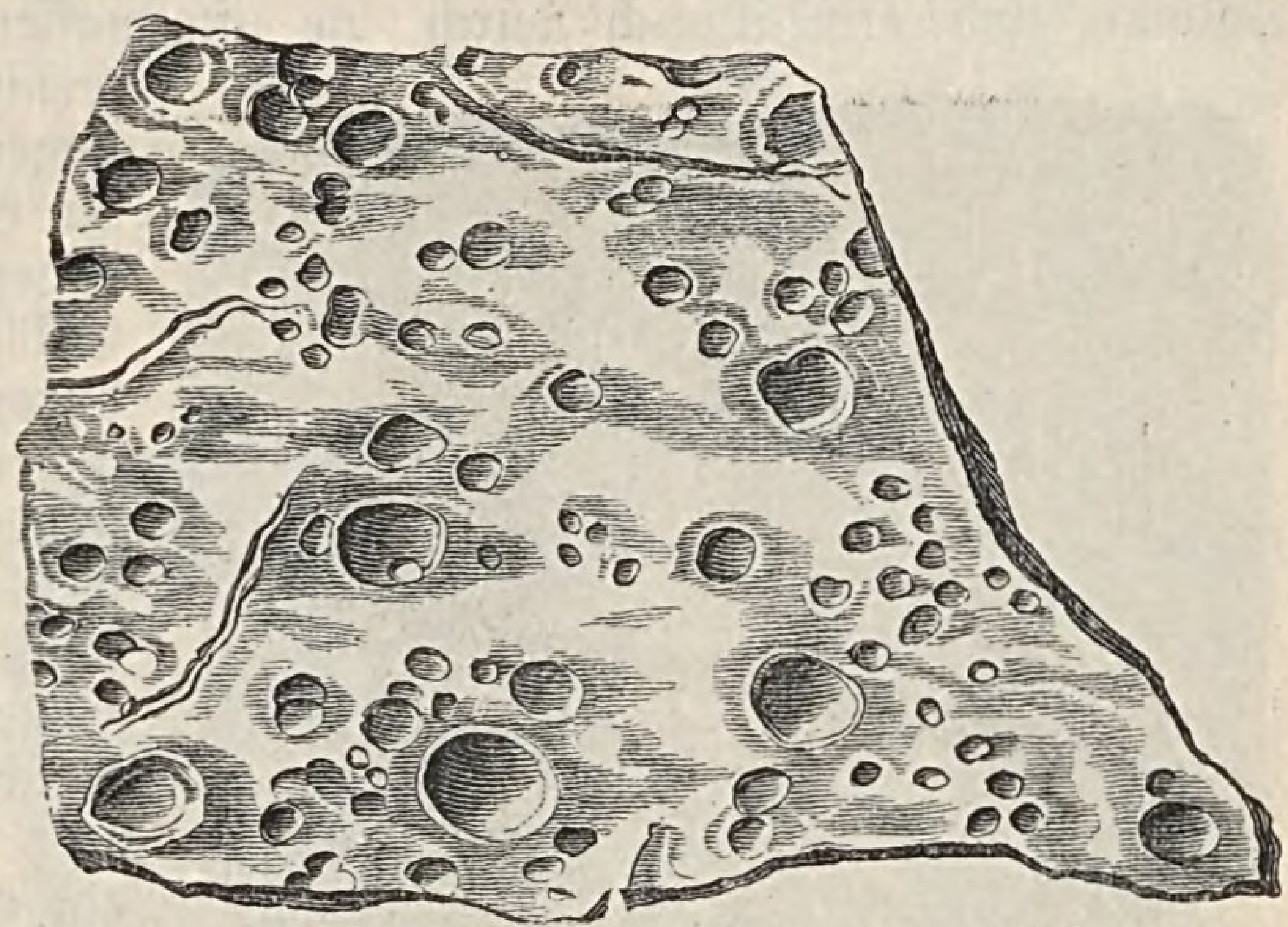


Fig. 89. Abdrücke von „Regentropfen". Kohlenschiefer von Kap Breton, Neuschottland.

Rückblick. Das Altertum der Erde deutet durch die Beschaffenheit der Tier- und Pflanzenwelt, welche überall sehr ähnliche Formen zeigt, auf ein gleichmäßig feuchtwarmes Klima des ganzen Planeten hin. Säugetiere und Vögel fehlen noch, ein Beweis für das Überwiegen des Wassers und Sumpflandes. (Vgl. Fig. 75 bis 89.)

III. Das Mittelalter der Erde oder mesolithisches Zeitalter.

1. Trias-Formation.

Dieselbe zerfällt in drei deutlich von einander geschiedene Schichtensysteme: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, und besitzt eine Mächtigkeit von etwa 3000 m.

Der zu unterst liegende Buntsandstein besteht in der Hauptsache aus Quarz mit einem thonigen Bindemittel und enthält wenigstens eine interessante Versteinerung (bei Hildburghausen), in den Abdrücken mächtiger Fußstapfen bestehend, welche man einem Froschsaurier, dem Chirotherium, zuschreibt (Fig. 90). Sehr zahlreiche Fußstapfen von riesigen Reptilien, die auf den Hinterfüßen hüpften, finden sich im amerikanischen Triassandstein.

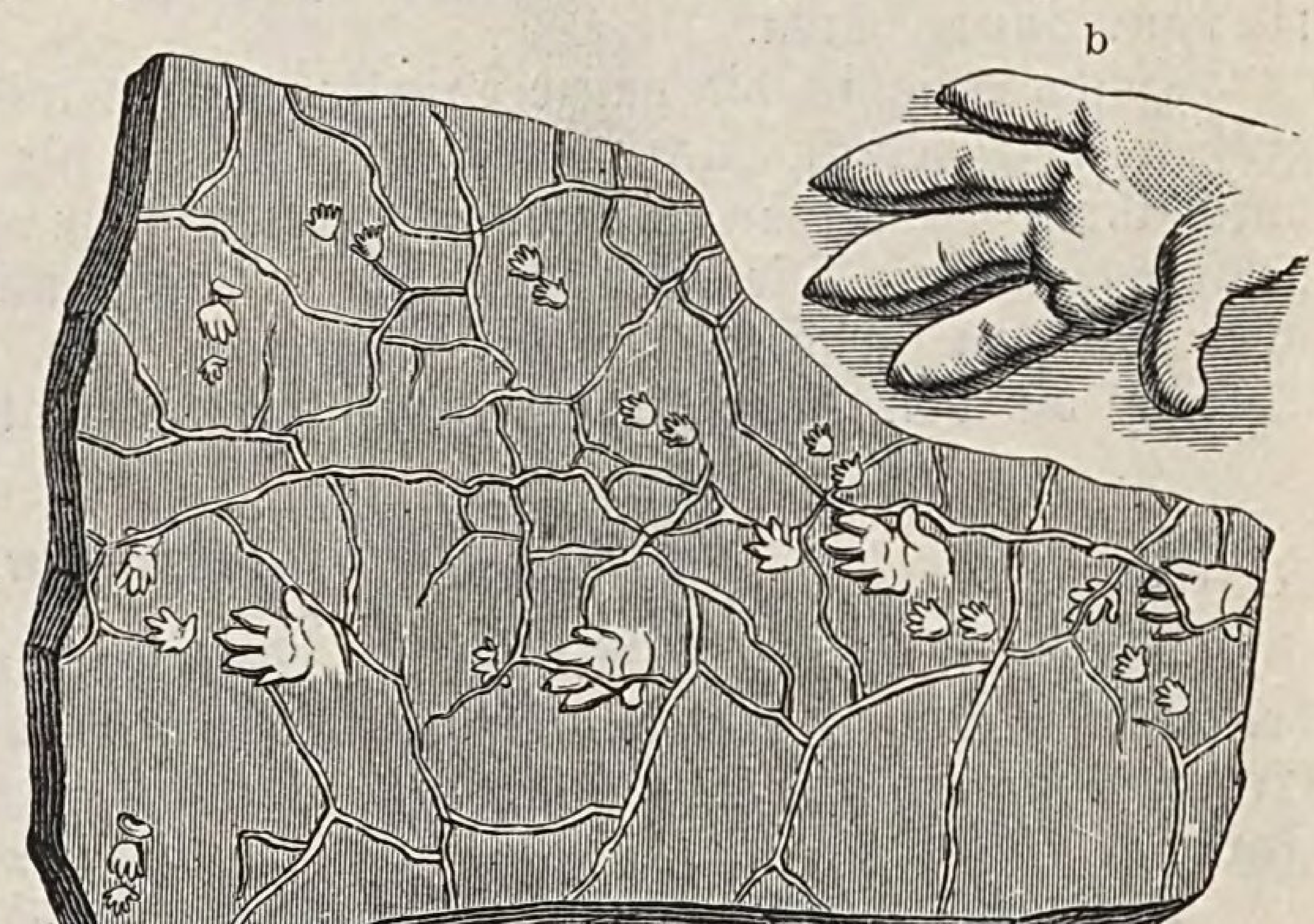


Fig. 90. Fährte des Chirotherium (Handtier). (b in $^1/_8$ nat. Größe.) Knochenreste des Tieres sind bis jetzt nicht bekannt. Die Linien rühren von gleichfalls mit abgedrückten Rissen im Boden her, welche offenbar durch Austrocknen des Schlammes entstanden waren.

Wichtig ist der Buntsandstein durch die darin enthaltenen Salzlager (Berchtesgaden), sowie auch direkt durch seine Verwendbarkeit zu Bauwerken (Dom zu Speier, Heidelberger Schloß, Straßburger Münster).

Viel reicher an organischen Resten ist der Muschelkalk, welcher im Gegensatz zu den waldbedeckten Sandsteinboden hauptsächlich Felder trägt. Er besteht aus einem Gemenge von grauem Kalk, Mergel und Dolomit und erweist sich durch die oft massenhaft auftretenden, doch wenig artenreichen Versteinerungen als eine Meeresbildung. In England fehlt er gänzlich, dagegen ist er auf deutschem Gebiet sehr häufig und wichtig durch reiche Erzlagerstätten (Tarnowitz in Schlesien, Wiesloch in Baden). Der Muschelkalk von Rüdersdorf ist das wichtigste Baumaterial für die Hauptstadt des Deutschen Reichs.



Fig. 91. Fußspuren von alten und jungen Reptilien (oder Vögeln) aus amerikanischem Sandstein.

Der Keuper endlich ist ein Gemisch von Mergel und Sandstein, unterbrochen durch dünne Flötze von Lettenkohle, welche sich aber industriell nicht verwertbar zeigt, da ihr Schwefelgehalt die Eisenteile der Öfen bald zerstört, wenn man sie zum Heizen verwendet.

Die oberste Schicht des Trias geht fast allerwärts in eine Ablagerung von Sandstein über, dessen Reichtum an Knochen und Zähnen von Fischen und Reptilien den Namen Bonebed (Knochenlager) veranlaßt hat.

Hier treten auch die ersten Reste eines Säugetieres auf, und zwar scheinen dieselben der niedrigst stehenden Stufe dieser Klasse, den Beuteltieren, anzugehören.

Hochwichtig ist die ganze Triasformation, welche Westdeutschland zum großen Teil bedeckt, als vorzüglicher Boden für Wald und Feld, sowie durch ihren Gehalt an Salzlagern, weshalb man sie früher auch Salzgebirge nannte. Die Berchtesgadener Lager mit einer Mächtigkeit von über 1000 m gehören hierher. Dagegen sind die von Wieliczka dem Tertiär, die von Staßfurt der permischen Formation zuzurechnen.

2. Die Jura-Formation.

Man unterscheidet in dieser sehr versteinerungsreichen, vom Meere gebildeten Formation, deren gleichmäßige Lagerung auf die Seltenheit größerer Erdrevolutionen schließen läßt, drei Schichtensysteme, die man nach ihrer Farbe den schwarzen, braunen und weißen Jura nennt.

Die neueren Bezeichnungen sind: Lias, Dogger, Malm. Der Lias, dessen Landschaften als wasserreiche Hügelländer mit tief eingeschnittenen Flußthälern (Rauhe Alp) erscheinen, besteht aus dunklen Thonen, Schieferthonen, Mergel, Sandstein und Kalkstein. Leitfossilien sind die sonderbar geformten Belemniten, welche sich oft in großer Anzahl beisammen finden (Nordseestrand) und im Volksmund „Donnerkeile“ heißen.

Es sind ebenso wie die zuweilen in der Größe eines Wagenrades auftretenden Ammoniten, die man in der Regel für versteinerte Schnecken hält, Tiere, welche unsern jetzigen Nautilusarten nahe standen. Besonders hervorragend sind die gewaltigen Saurierreste des süddeutschen Oelschiefers, darunter der bis 10 m lange Fischsaurier, Ichthyosaurus, ein Tier mit krokodilähnlichem Kopf und walfischartigen Ruderflossen. In England findet sich der schlangenhalsige, 5 m lange Plesiosaurus. Die Kotballen von Sauriern, Koprolithen, finden sich in England (Yorkshire) so zahlreich, daß sie, ihres Gehalts an Phosphorsäure halber, industrielle Verwendung finden.

Im braunen Jura oder Dogger finden sich rostfarbene Eisenrogensteine (Oolithe) in Württemberg, Mergel in

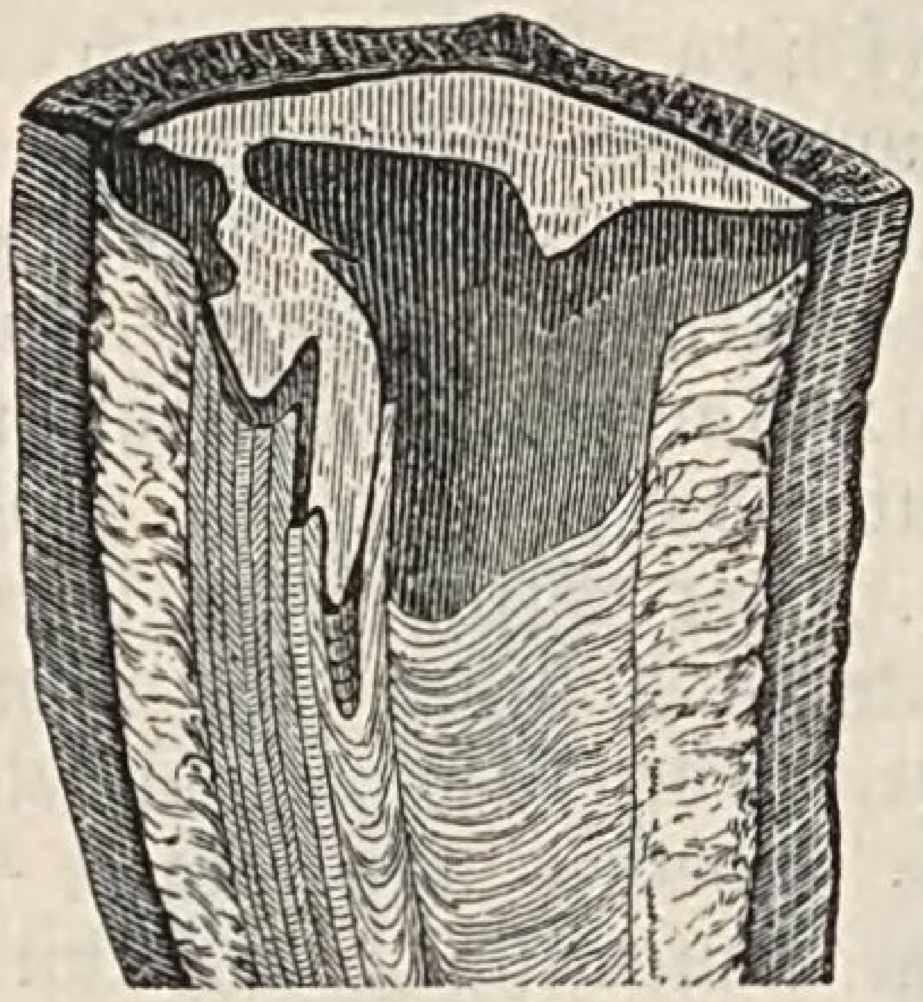


Fig. 93.

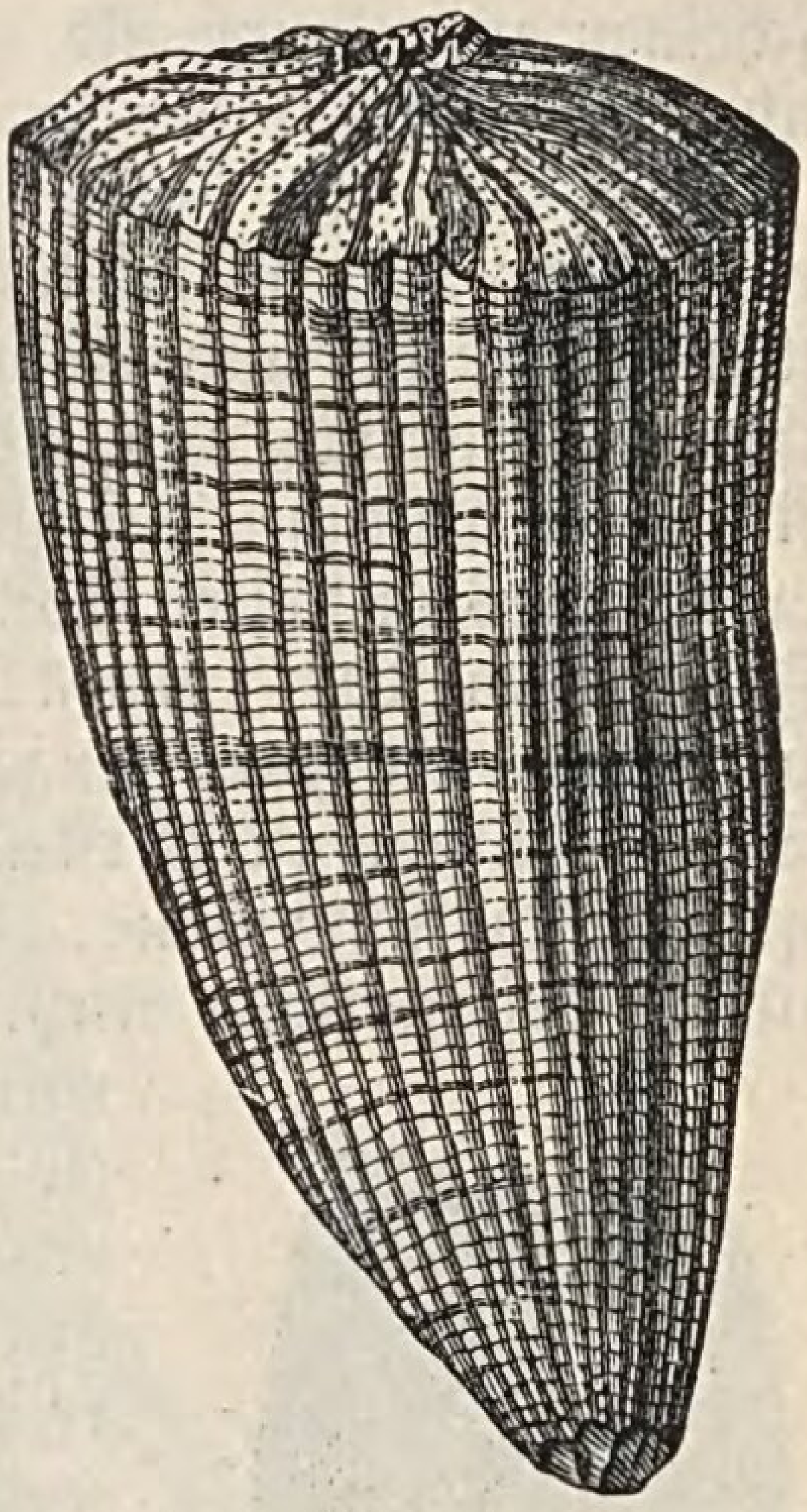


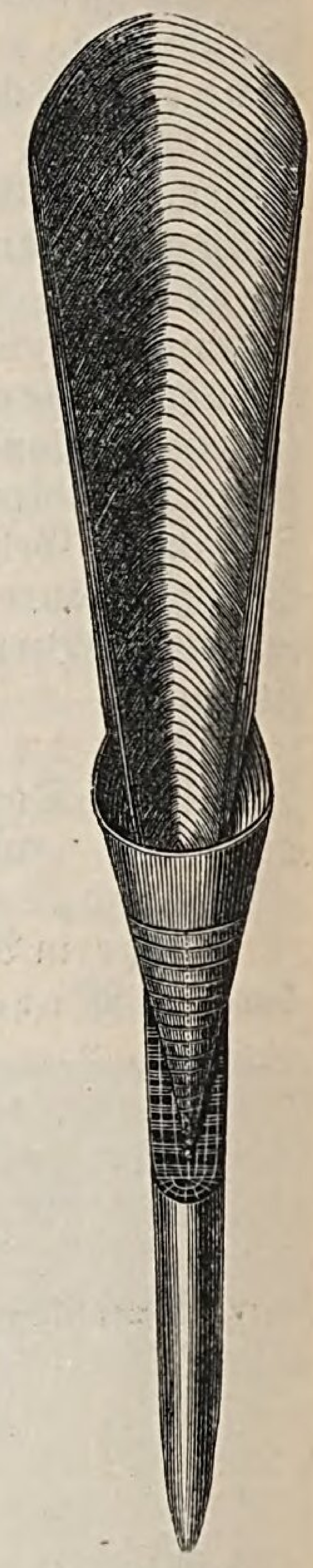
Fig. 92.

Fig. 92. Hippurites Cornu vaccinum. (Sog. versteinertes Kuhhorn aus dem Gosautal, ein Muscheltier mit 2 ganz ungleichen Schalen. Fig. 93. Durchschnitt.



Fig. 94. Dendritische Zeichnungen im lithographischen Schiefer.

Schwaben, Thoneisenstein in Oberschlesien. Auffallend sind Schichten von Kalksteinen, die aus winzigen, runden Körnchen zusammengesetzt erscheinen und lange als eine Anhäufung von versteinerten Fischeiern galten, aber jedenfalls in der Art des Karlsbader Erbsensteines (s. d.) entstanden sind.



Der weiße Jura oder Malm bildet in Deutschland eine über 300 m mächtige Schicht von hellfarbigen Kalksteinen, Mergel und Dolomit; der letztere veranlaßt malerische Felsformen und Höhlenbildungen. Nach Osten senkt sich das deutsche Juraplateau allmählich ab; im Westen erscheint es in steilen Abstürzen und bildet die burggekrönten Felskuppen der schwäbischen Alp, die sich über die vom braunen Jura eingenommenen Waldabhänge erheben. Der Reichtum an Versteinerungen ist auch hier wieder sehr groß; Kalkschwämme, Korallentiere, Seeigel finden sich oft in erstaunlicher Anzahl. Am reichsten ist daran der berühmte Solenhofer Schiefer (s. d.), der durch seine überaus gut erhaltenen Abdrücke eine wahre Fundgrube für den Geologen bildete. Zahlreiche Libellen und andere Insekten, weiche Tintenfische und selbst deutliche



Fig. 95. Encrinus liliiformis. Muschelkalk, Braunschweig. (Armlilie, mit den jetzigen Pentakrinen verwandt).

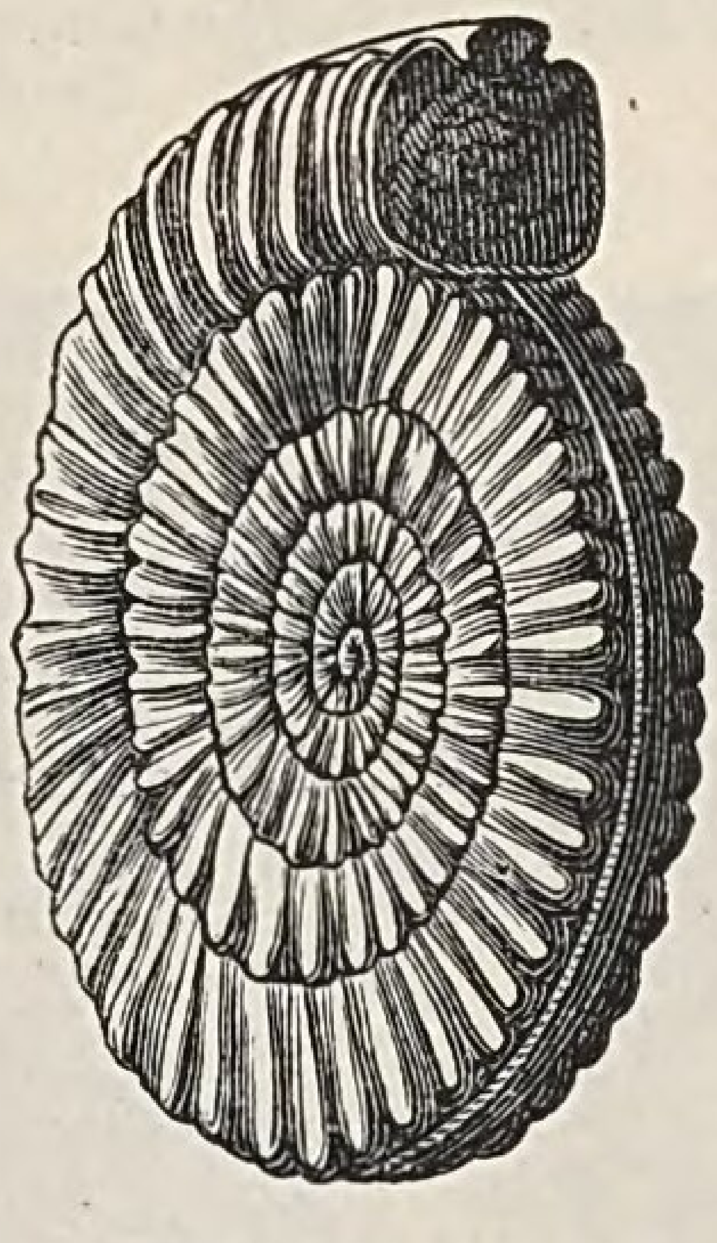


Fig. 96. Ammonites spiratissimus, unterer Lias (Molluske mit unserm Nautilus verwandt).

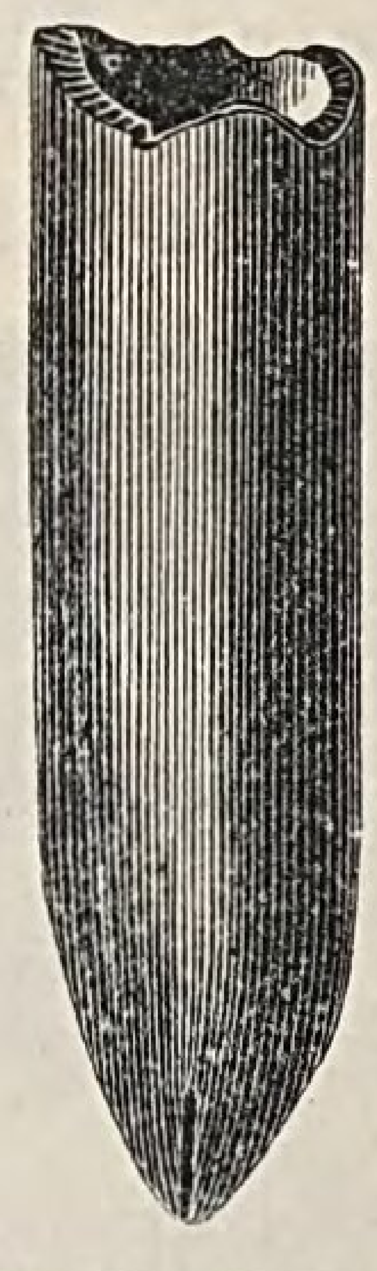


Fig. 97. Belemnites incurvatus. Ob. Lias.

Fig. 98. Restaurierter Belemnit.

(Die Belemniten oder Donnerkeile, auch Teufelsfinger genannt, stehen dem stehen dem Nautilus gleichfalls nahe. Belemnit v. griech. belemnon, Geschoß.

Spuren von Quallen sind durch ihre Erhaltung ein Beweis für die Ruhe der Gewässer, in welchen sich jene Versteinerungen bildeten. Säugetiere sind bis jetzt im Solenhofer Schiefer nicht gefunden worden. Der kostbarste Fund ist der berühmte Archäopteryx (s. S. 16). Auch der Pterodaktylus, eine Übergangsform von den Sauriern zu den Vögeln (s. S. 17) stammt aus diesem Gestein. Häufig finden sich dendritische Zeichnungen, welche durch das Eindringen dunkler Mangan- oder Eisensalze in die feinen Haarspalten des Gesteins entstanden. Sie gleichen

feinverzweigten Moosen oder Flechten und werden daher von Unkundigen für Pflanzenabdrücke gehalten.

Bemerkenswert ist für diese Periode das Auftreten der ersten Schildkröten.

3. Die Kreide-Formation.

Die unterste Schicht dieser Formation bildet im Norden Deutschlands und im Süden Englands der Wälderthon (Wealden), welcher durch Gehalt an Kohle und Eisenerzen wichtig ist. In ihm fand man die Reste riesenhafter Geschöpfe, der Dinosaurier. Zu diesen gehörte das 7 m hohe Iguanodon, welches, nach seinen Fährten zu schließen, auf den Hinterfüßen einherging. Zu Bernissart in Belgien fand man 13 vollständige Skelette desselben, deren größtes 7 m Höhe besitzt, und doch war es nur ein Zwerg gegen Saurierskelette, die man in neuerer Zeit in Schichten der Jura- oder Kreideformation in Nordamerika entdeckte. Nach den aufgefundenen Resten zu schließen, besaß der Brontosaurus 16 m, der Atlantosaurus sogar 36 m Länge, und da er auf ziemlich hohen, an jedem Fuß mit 5 Hufen versehenen Beinen ging, auch eine gewaltige Höhe. Die bis jetzt aus jener Erdperiode gefundenen Säugetierreste weisen alle auf Beuteltiere hin.

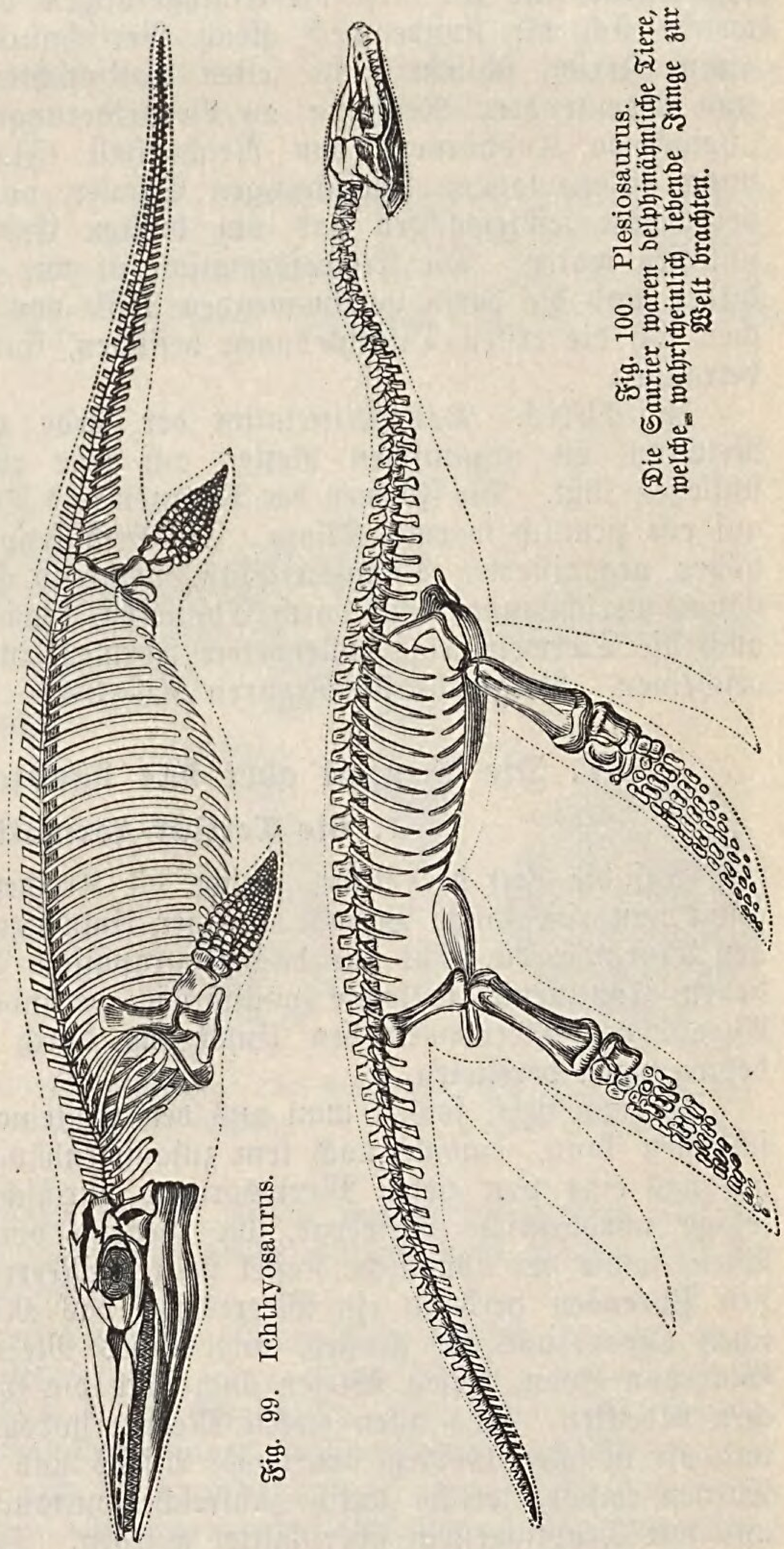


Fig. 99. Ichthyosaurus.

Fig. 100. Plesiosaurus. (Die Saurier waren delphinähnliche Tiere, welche wahrscheinlich lebende Junge zur Welt brachten.)

Die unterste Schicht der eigentlichen Kreideformation bildet der Quadersandstein (s. d.), dessen senkrecht zerklüftete Felsen namentlich in der sächsischen Schweiz ein charakteristisches Landschaftsbild ergeben.

Auf den vorigen folgt die Plänerschicht aus hellem Kalkstein und Mergel, durch plattenförmige Absonderung ausgezeichnet, und zuletzt die weiße Schreibkreide (Rügen, Dänemark, Süd-England). Sehr bezeichnend sind für diese die Einlagerungen von Feuersteinknollen, welche sich oft stundenweit gleich Perlschnüren aneinanderreihen. Die alpine Kreide schließt nicht selten Kalkschichten von großer Mächtigkeit und bedeutendem Reichtum an Versteinerungen ein. Bekannt sind die „steinernen Kuhhörner" von Reichenhall (Fig. 92). Es sind die mitunter 40 cm langen kegelförmigen Schalen von Weichtieren, welche mit der Spitze festgewachsen und am breiten Ende durch einen Deckel geschlossen waren. Die Kreideformation ist wie der Jura vom Meere gebildet, und die darin vorkommenden Reste von Landpflanzen, unter welchen sich die ersten Dikotyledonen befinden, sind als Anschwemmungen zu betrachten.

Rückblick. Das Mittelalter der Erde zeigt Ablagerungen, deren Reichtum an organischen Resten auf eine ruhige Zeit ohne Eruption schließen läßt. Die Formen der Pflanzen und Tiere deuten im allgemeinen auf ein ziemlich warmes Klima. Die Gefäßkryptogamen machen allmählich höher organisierten Pflanzen Platz, während Sigillarien und Schuppenbäume verschwinden und durch Coniferen, sowie Cykadeen ersetzt werden; auch die Tierwelt zeigt vollendetere Formen, indem die ersten Säugetiere erscheinen. Vergleiche die Figuren 90—100.

IV. Die Neuzeit oder das känozoische Zeitalter.

1. Die Tertiär-Formation.

Auf die Zeit der Ruhe, welche die Kreideformation kennzeichnet, beginnt nun eine lange Periode heftiger Umwälzungen und Störungen auf der Erdrinde, die nicht nur das geographische Bild der bis jetzt entstandenen Kontinente teilweise vollständig veränderten, sondern auch einer Anzahl von Tierformen den Untergang durch Entziehung ihrer Lebensbedingungen bereiteten.

Europa war, soweit man aus den Gesteinen und Fossilien jener Zeit schließen kann, damals noch kein zusammenhängender Kontinent, sondern anfangs eine von tiefen Meeresarmen durchschnittene Inselgruppe. Die jetzige norddeutsche Tiefebene, die Gegend von Paris, London, Mainz, Wien, sowie der böhmische Kessel stellten Meeresbecken dar; nördlich von den Pyrenäen verband ein Meeresarm das Mittelmeer mit dem atlantischen Ozean, und ein großes, ungarisches Meer sandte einen Arm zum Golf von Lyon, dessen Wogen auch noch die Gegend des heutigen München bedeckten. Aus allen diesen Meeren hoben sich neue Inseln hervor, und die höchsten Gebirge Europas, Asiens und Amerikas stiegen über die Ebenen empor, welche durch zahlreiche vulkanische Ausbrüche durchbohrt und mit Eruptivgestein überschüttet wurden. Daher stammen die Basalte und Klingsteine unserer Mittelgebirge, und die Vulkane Griechenlands und Italiens sind seit jener Zeit durch die Erdrinde gebrochen. Die innere Erdwärme durchdringt die dicker gewordenen Schichten nicht mehr mit der früheren Kraft, und das organische Leben wird deshalb mehr von der Sonnenwärme abhängig, weshalb eine deutlichere Scheidung nach Zonen und die Eisbildung an den Polen beginnt. Die Tiere werden

den jetztlebenden ähnlicher; die Säugetiere treten zahlreich auf. Formen finden sich, welche an den Elefanten erinnern; z. B. das Mastodon mit vier Stoßzähnen, das Dinotherium mit zwei riesigen Hauern im Unterkiefer. Vorläufer des Pferdes, wie das Hipparion, treten gleich ihm nur mit einer Zehe an jedem Fuße auf, besitzen aber noch zwei kürzere an beiden Seiten derselben. Auffallend massenhaft finden sich die als Nummuliten bekannten münzenförmigen Wurzelfüßergehäuse (s. d.).

Die Neuzeit der Erde weist drei, durch ihre Versteinerungen gut zu unterscheidende Schichten auf: das Eocän, Oligocän und Neogen. Ersteres findet sich in dem Gebiete von London und Paris, welche einstmals Meeresbecken darstellten, und bedeckt außerdem eine von Japan aus

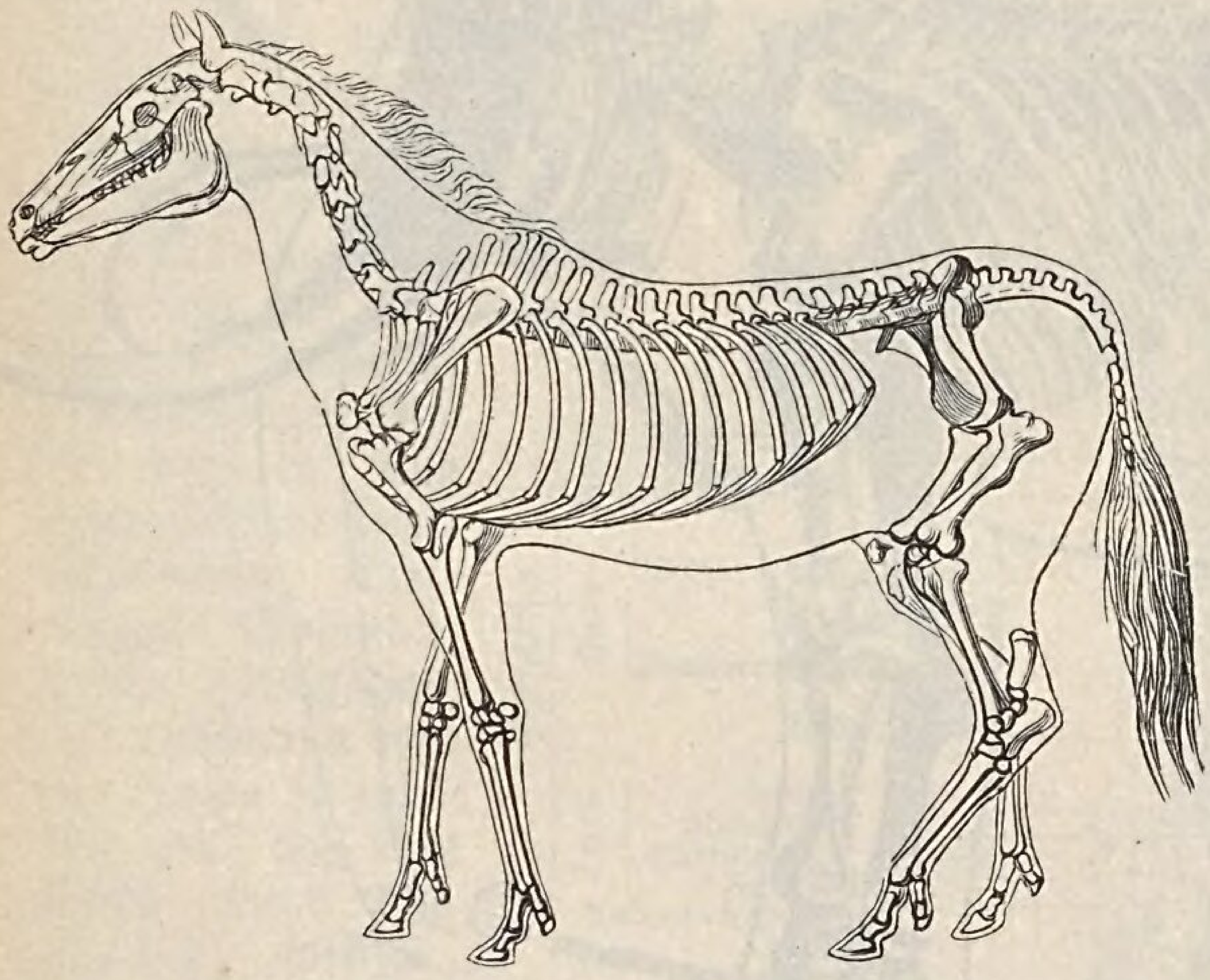


Fig. 101. Hipparion gracile. Nähe von Athen. (Ein Vorläufer unseres Pferdes; die Umrisse sind ergänzt.)

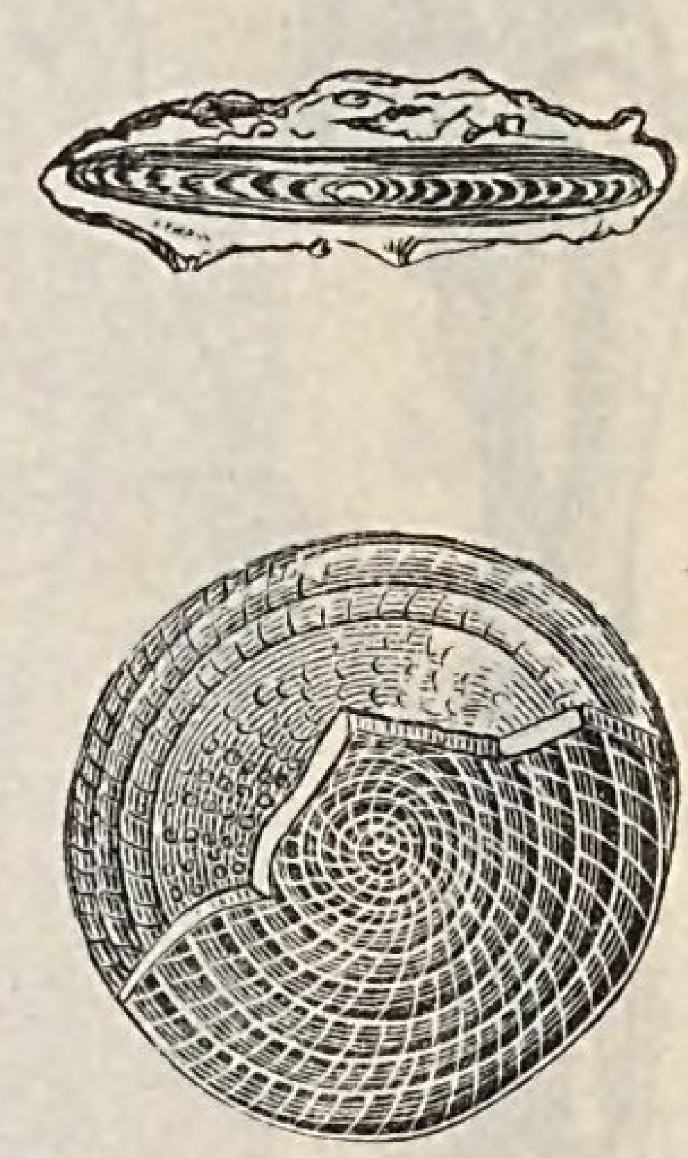


Fig. 102. Nummuliten oder Münzensteine.

bis zu den Pyrenäen reichende Fläche, welche auch einen großen Teil der Alpen und Karpathen umfaßt. Zahlreiche Nummuliten finden sich besonders in den Kalksteinen des Eocän.

Dem Oligocän gehören die einstmaligen Meeresbecken an, auf deren trocken gelegtem Grund jetzt Mainz und Wien liegen, ferner in der Schweiz die Nagelflue-Schichten des Rigistockes. In jener Zeit bildeten sich auch die ergiebigen Braunkohlenlager in Oberbayern, am Niederrhein, in Sachsen und Schlesien und die bernsteinhaltige blaue Erde des Samlandes, welche mit den von ihr getragenen Wäldern in die Meeresflut versank. Gegen das Ende des Tertiär ist das Gebiet Norddeutschlands bereits über das Meer so emporgestiegen, daß sich keine neogenen Ablagerungen mehr bilden konnten.

Das Neogen enthält die großartigen Salzlager von Galizien (Wieliczka); Salzablagerungen haben sich also nahezu in allen Perioden der Erdgeschichte gebildet.

V. Die Gegenwart oder das anthropozoische Zeitalter.

Die Schichten desselben, welche man auch unter dem Namen Quartärformationen zusammenfaßt, zerfallen in das **Diluvium** und das **Alluvium**. Das letztere liegt dem vorigen auf und stellt daher die jüngere Schicht dar, ist aber nicht scharf von jenem getrennt.

1. Das **Diluvium** zeigt die deutlichen Spuren einer Eiszeit, zu welcher die Eiswasser weit gegen Süden herabreichten; drei große Gletschergebiete, das nordeuropäische über Skandinavien und dem norddeutschen

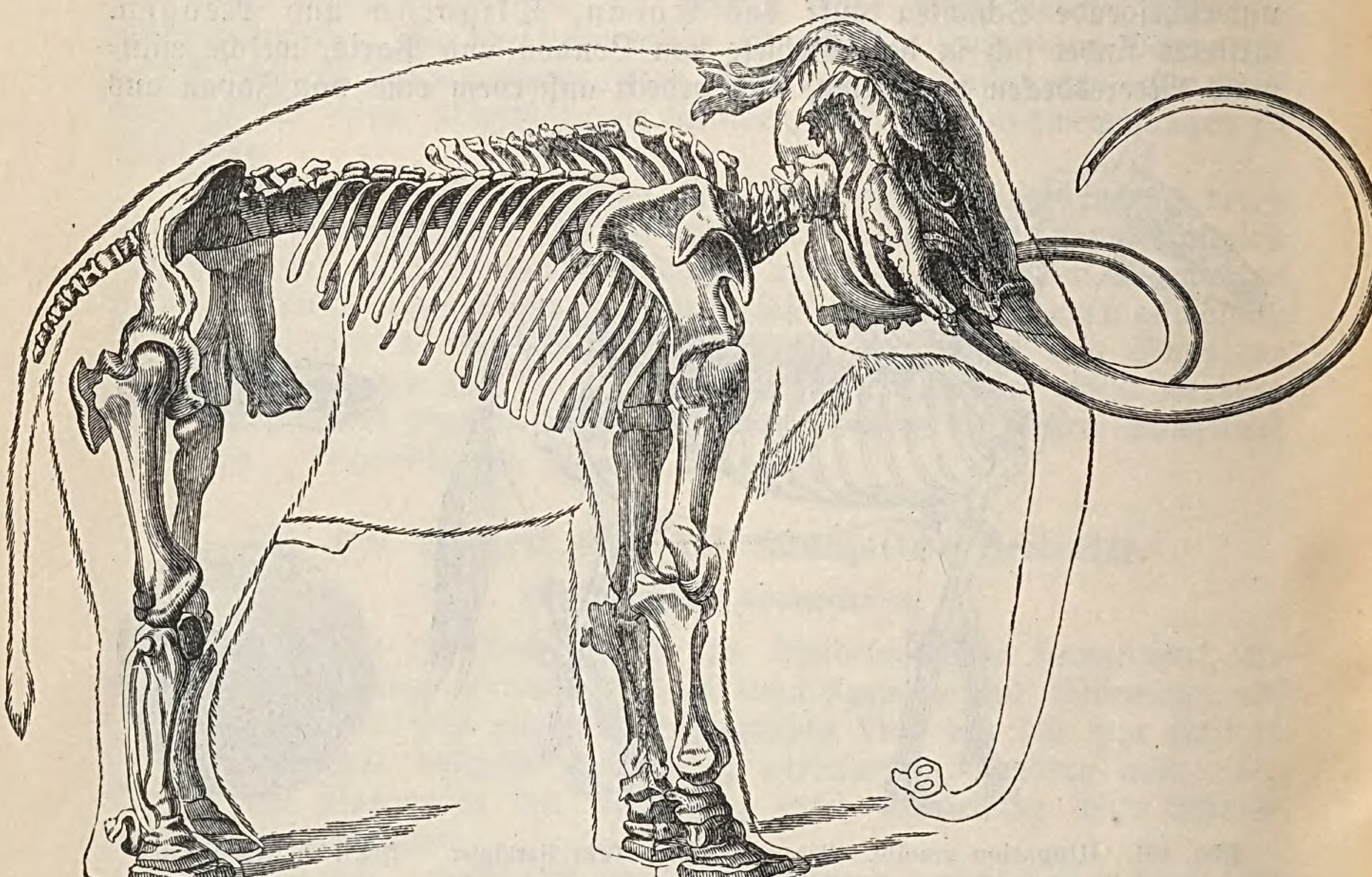


Fig. 103. Mammutskelett.

Tiefland, das westeuropäische über Großbritannien und das südeuropäische über den Alpen, bedeckten ungeheure Strecken Landes mit Eismassen, deren Gletscherzungen weit vorrückten und überall ihre noch deutlich erkennbaren Spuren, die Gletscherschliffe, Moränenwälle und erratischen Blöcke (s. Gletscher) hinterlassen haben. So kamen Granit und Gneis aus Skandinavien durch Gletscher- und Eisbergtransport in die norddeutsche Tiefebene, und Feuersteine und Belemniten, welche der Kreideformation entstammen, wurden gleichfalls massenweise als Schutt abgelagert. In abgeschlossenen Thälern bildeten sich Schichten von Kies, Sand und Thon; Torflager entstanden im sumpfigen Boden, wo das Zurückgehen der Gletscher eine Vegetation ermöglichte, und Massen von Löß bildeten sich da, wo der feinste Schutt von den Bergen herabgeschwemmt und abgelagert wurde.

Auch das Diluvium ist wichtig für den Menschen, da nicht nur der Löß dem Ackerbau sehr günstig ist, sondern auch in den Ablagerungen

von Kies und Sand sich an manchen Stellen der Erde (Brasilien, Ostindien, Kalifornien) Edelsteine und Gold befinden, welche aus dem zerstörten Muttergestein weggeschwemmt wurden.

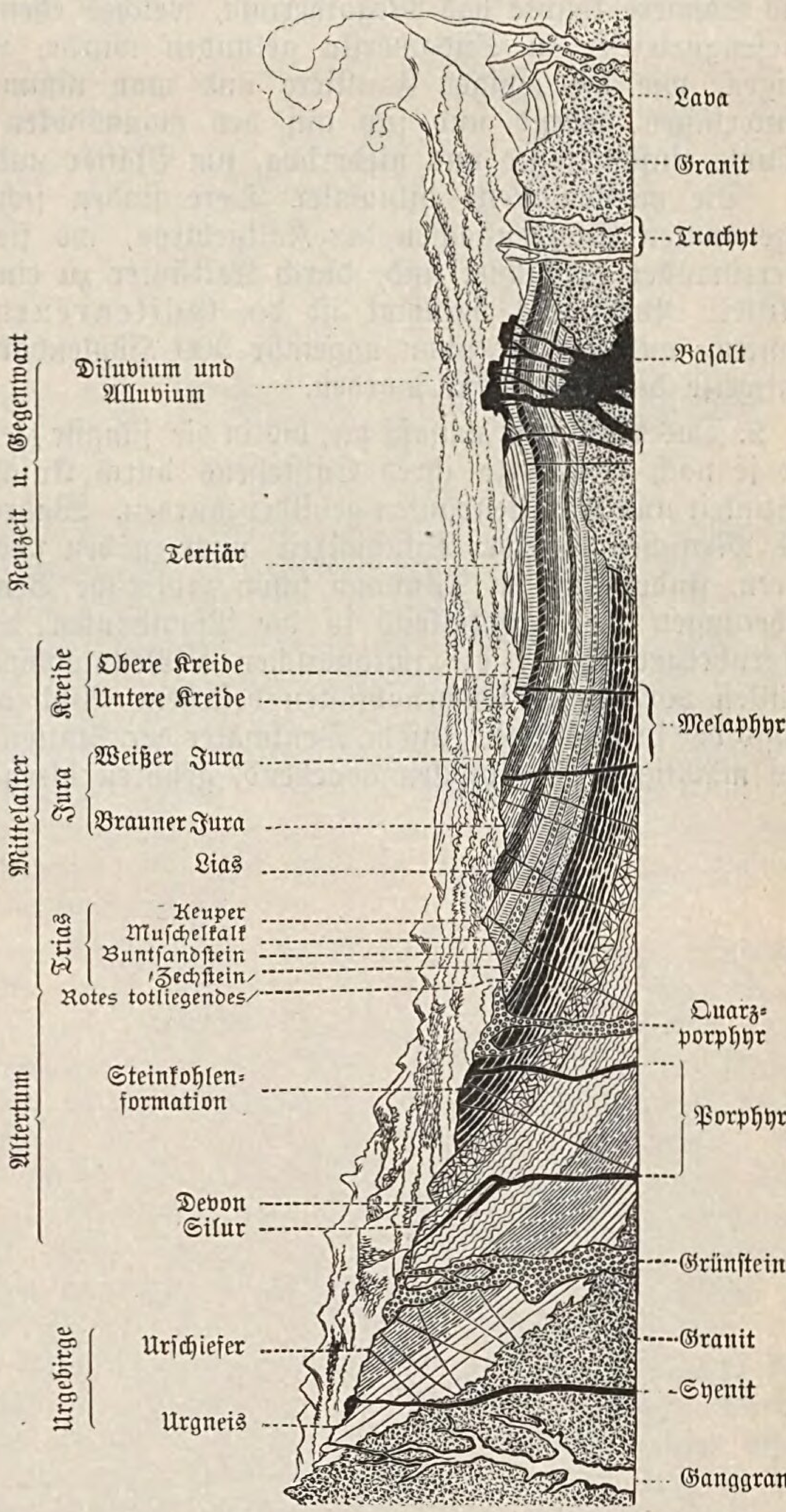


Fig. 103. Idealer Durchschnitt der Erdrinde.

Die Tiere jener Zeit stehen den in der Gegenwart lebenden bereits sehr nahe; nur die Größe fällt im Vergleich zu den verwandten, jetzt lebenden Formen auf. So war der Höhlenbär weit größer als unser Landbär, und die Stoßzähne des gewaltigen Mammut erreichten eine Länge von mehr als 3 m. Letzteres (Fig. 103) war am ganzen Körper behaart und nährte sich von Coniferennadeln. Diese riesigen Elefanten, deren Stoßzähne stark gekrümmt waren, kamen so zahlreich vor, daß ihre Zähne unter dem Namen „fossiles Elfenbein“ einen großen Teil des jetzt im Handel befindlichen Elfenbeines ausmachen. Einzelne Tiere hat man noch wohlerhalten im sibirischen Eise eingeschlossen gefunden. Andere Tiere des Diluviums leben noch heute, wenn auch im Rückgang begriffen, so der bisonähnliche Wisent und der Elchhirsch, welche noch heute in nordischen Wäldern unter sorgfältiger Hegung ihr Dasein fristen. Von dem Mammut wissen wir, daß der Mensch es noch lebend gesehen; denn unter den ersten Spuren menschlicher Thätigkeit, welche in Feuersteinspitzen und bearbeiteten Knochen bestehen, findet sich auch die rohe, aber erkennbare Zeichnung eines Mammuts auf einem Knochen eingeritzt.

Dem Diluvium gehören auch die Reste eines erstaunlich großen Riesenfaultiers, des Megatherium, an, von dem sich der Abguß eines gewaltigen Skelettes in der Münchner Sammlung befindet. Bei seiner Größe und Schwere konnte das Megatherium, welches ebenso wie ein 3 m langes Riesengürteltier in Südamerika gefunden wurde, unmöglich auf Bäume steigen, wie die jetzigen Faultiere und man nimmt an, daß es, auf den Hinterfüßen stehend und sich auf den mannsdicken Schweif stützend, die Bäume einfach faßte und niederbog, nm Blätter und Zweige zu verzehren.

Die meisten Reste diluvialer Tiere finden sich in Europa, in den sogenannten Knochenhöhlen der Kalkgebirge, wo sie oft in dichten Lagen übereinander geschichtet sind, durch Kalksinter zu einer Breccie zusammengekittet. Besonders berühmt ist die Gailenreuther Höhle in Oberfranken, aus welcher schon ungefähr 300 Höhlenbären-Skelette ganz oder teilweise herausgeschafft wurden.

2. Das **Alluvium** umfaßt die, bis in die jüngste Zeit gebildeten Schichten, die je nach dem Orte ihres Entstehens durch Anschwemmung, Gletscherthätigkeit und Korallenbauten gebildet wurden. Während Reste und Spuren des Menschen aus der Diluvialzeit noch zu den größten Seltenheiten gehören, finden sich im Alluvium schon zahlreiche Beweise menschlicher Ansiedelungen und Thätigkeit, so die Pfahlbauten der Schweiz und des Starnberger Sees, die jütländischen Kjökenmöddings, welche in ganzen Wällen von allerlei Küchenabfällen bestehen. Auch die riesenhaften Stonehengs der britannischen Inseln, Denkmäler der Stätten heidnischer Gebräuche, aus mächtigen Steinblöcken bestehend, gehören hierher.

Die Gewinnung der Gesteine und der Bergbau.

Nur äußerst selten erringt der Mensch die Schätze der Erde ohne jegliche Mühe; gewöhnlich muß er sich dieselben erst durch harte und langwierige, nicht selten auch gefährliche Arbeit verschaffen. Schon wenn es gilt, zu Tage liegende Gesteine wie Granit und Marmor zu gewinnen, bedarf es vorher oft eines langwierigen Losbrechens und Zertrennens, welches in alten Zeiten mit Meißel und Keil, Hammer und Brechstange allein bewerkstelligt wurde, während heutzutage die Hauptarbeit den Sprengstoffen, Pulver und Dynamit zufällt. Zunächst wird ein Bohrloch eingetrieben, dann mit Sprengstoff gefüllt und durch eine Lunte oder den elektrischen Funken entzündet, selbstverständlich erst nachdem alle Arbeiter sich aus der gefahrdrohenden Nähe entfernt haben.

Handelt es sich um Mineralien und Gesteine, welche von jüngeren Schichten bedeckt werden, also nicht offen zu tage liegen, so muß ihnen nachgegangen werden und es entwickelt sich der eigentliche **Bergbau**. Dadurch, daß die brauchbaren Gesteinsschichten bis auf wenige, zur Stütze übriggelassene Pfeiler dem Boden entnommen werden, verwandeln sich solche unterirdische Steinbrüche in weitausgedehnte, kellerartige Labyrinthe, wie sie noch heute in den Katakomben von Rom und Paris zu sehen sind. Die ersteren, welche zur Zeit der Christenverfolgung den Flüchtlingen oft ein willkommenes Asyl boten, ziehen sich in einer Länge von mehreren Stunden mit 6 m hohen Galerien unter der Stadt dahin und stellen, da man damals noch keine Sprengmittel kannte, reine Meißelarbeit dar.

Der unterirdische Betrieb ist also am Platze, wo die Freilegung des gesuchten Steinmaterials zu viel Mühe und Kosten verursachen würde. Insbesondere trifft dies bei den Erzgängen zu, welche nur selten offen zu Tage treten und auch, wenn dies der Fall ist, sich doch bald in der Tiefe verlieren. Die Bemühungen des Menschen, den im Boden enthaltenen Erzen nachzugraben, reichen weit in vorhistorische Zeit zurück und galten wohl in erster Linie dem **Kupfer** und dem **Zinn**, welche beiden Metalle dem Menschen die Anfertigung der ersten Waffen und Werkzeuge aus Bronze ermöglichten. Freilich konnte man damals noch nicht tief in den Boden eindringen; die ältesten bergmännischen Werkzeuge fanden sich nur in sehr geringer Tiefe in Gruben des Uralgebirges. In Deutschland gewann

man frühzeitig **Eisen** aus seinen Erzen, ein Metall, welches die Griechen wahrscheinlich erst viel später kennen lernten. Auf deutschem Boden trieben auch die Römer eifrig Bergbau; sie kannten bereits Wasserhebemaschinen, suchten ihre Gruben zu lüften und die Gesteine durch starkes Erhitzen (Anwendung von Feuer) und darauffolgende Abkühlung mit kaltem Wasser zu zersprengen.

Im Laufe der Zeit haben sich für eine so wichtige Industrie, wie sie der Bergbau für Deutschland darstellt, bestimmte Normen entwickelt, deren Einzelheiten mit Fachausdrücken bezeichnet werden. Zunächst sucht man den Verlauf eines Lagers durch Schürfen zu bestimmen, indem man an verschiedenen Stellen Nachgrabungen veranstaltet. Die nötigen Werkzeuge nennt der Bergmann sein Gezähe. Die zu Tage tretenden Stellen werden dem Abbau unterworfen, worauf man erst in die Tiefe hinabgeht. Die Häuer erweitern und vergrößern nun die Schächte, indem sie teilweise durch Handarbeit Steine lostrennen, teils die Bohrlöcher für die schon erwähnte Sprengarbeit herstellen.

Der ganze unterirdische Bau heißt die Grube; in dieselbe führen senkrechte Schächte oder, wenn das Lager von einer Bergwand aus zu erreichen ist, wagrechte Stollen. Beide lernt der Besucher der oberbayerischen Salzbergwerke von Berchtesgaden, welche alljährlich viele Fremde in ihren unterirdischen Räumen sehen, beim Durchwandern der einzelnen Stockwerke kennen. Von einer Etage zur andern führen entweder Aufzugsvorrichtungen in den Schächten, oder Treppen auf schiefen Ebenen. Wer dieselben hinab will, kommt schneller vorwärts, wenn er sich der Rutschbahnen bedient, glatt gehobelter Balken, welche z. B. in Hallein durch 6 Stockwerke hinab in die Tiefe führen. Diese unterirdischen Gänge erreichen oft eine gewaltige Ausdehnung; im Freiberger Revier hat der Fürstenstollen mit seinen Nebengängen allein schon eine Länge von über 20 Stunden. Der Georgsstollen im Harz ist 5 Stunden lang. Die Decke des Stollens heißt Förſt oder Firſt, der Boden die Sohle, das Ende, an welchen gearbeitet wird, der Ort.

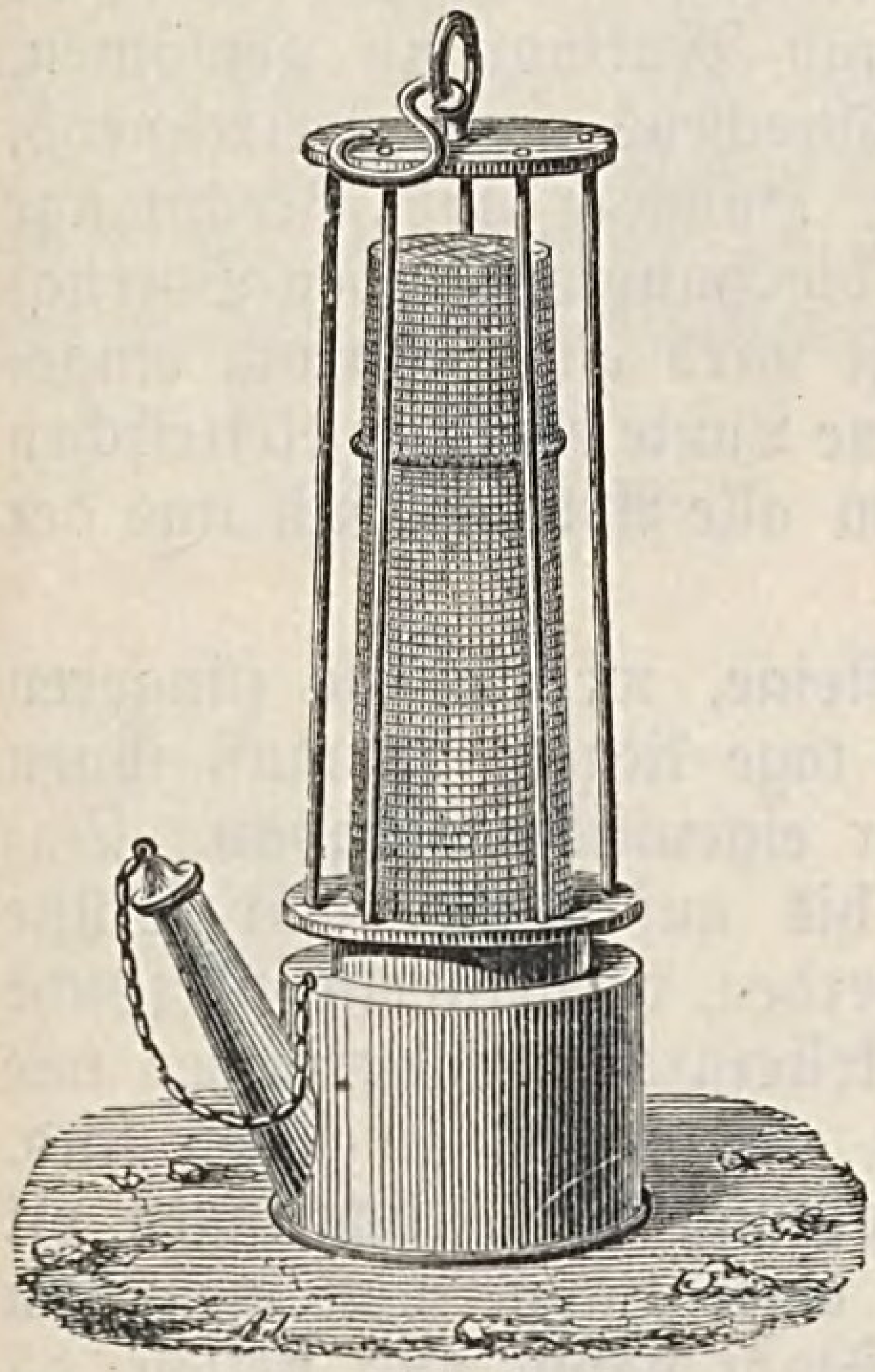


Fig. 104. Davy's Sicherheitslampe.

Die Schächte dienen der Lüftung (Wetterschächte), der Beleuchtung (Lichtlöcher) oder der Transportierung der gewonnenen Materialien (Förderschächte). Die Fahrschächte endlich dienen der Beförderung der Arbeiter, welche durch Hebewerke oder Aufzüge erfolgt. Die Schachtwände müssen durch Mauerung oder Zimmerung gegen Einsturz infolge des Druckes der Erdschichten gestützt sein, denn der Zusammenbruch eines Schachtes kann den Untergang aller eben vor Ort befindlicher Arbeiter veranlassen.

Die Arbeiten vor Ort sind namentlich in Ländern, wo die Menschenfreundlichkeit der Grubenbesitzer und die Fürsorge der Behörden noch nicht

die in Kulturländern gebrauchten Erleichterungen und Verbesserungen eingeführt haben, oft außerordentlich beschwerlich und gesundheitsschädlich. Die Häuer müssen nicht selten in denkbar schlechtester Luft, auf dem Rücken liegend, arbeiten und andere in niedrigen Gängen die Förderkarren, welche man auch Hunde nennt, über weite Strecken bis zum Füllorte schieben.

Wichtig ist auch die Zuleitung von Wasserkraft zum Treiben der Maschinen, wozu oft sehr umfangreiche Vorrichtungen nötig sind. In den Freiberger Revieren sind zu diesem Zweck Teiche von 2 Millionen Kubikmeter Inhalt hergestellt worden und mehr als 1000 Wasserräder werden von den herabfallenden Fluten derselben in Bewegung gesetzt. Freilich müssen auch die hereingeschafften Tagewasser sowie die mitunter aus dem Innern der Erde quellenden Grubenwasser durch Pumpvorrichtungen wieder gehoben werden, um die Überschwemmung des Bergwerks zu verhindern.

Die Gefahren, welche den Bergmann bei seiner schwierigen Arbeit bedrohen, sind mancherlei. Ein plötzlicher Einbruch einer Wasserader kann, wie es in Wieliczka geschah, die Gruben „ersäufen"; schlagende Wetter (s. d.) zwingen die Arbeiter zum vorsichtigen Gebrauch der Davy'schen Sicherheitslampe (Fig. 104) und Einstürze, durch Verschiebungen des Erdreichs veranlaßt, ereignen sich bald da, bald dort. Die Eigentümlichkeit seiner Arbeit veranlaßte bei dem Bergmann seine Absonderung von den anderen Gewerken und hatte ihren Einfluß auf seine Trachten und Sitten, so daß sich der Stand der Bergleute noch heute als eine streng abgeschlossene Zunft mit eigenen Gebräuchen erhalten hat. Wenn wir die Schätze der Erde gebrauchen, so mögen wir auch des Bergmannes gedenken, der tief aus dem Schacht unter Mühe und Gefahr dieselben heraufgeholt.

Die Mineraliensammlung.

Die Anlage einer Mineraliensammlung ist, wenn man dieselbe ohne Kosten und nur aus eigenen Kräften zu stande bringen will, wohl allein an solchen Orten möglich, welche von der Natur in dieser Beziehung reich bedacht wurden. Wer im Harz oder in den sächsischen Bergrevieren wohnt, der kann freilich leicht, wenn er mit seinem Steinhammer auf die Suche geht, eine Reihe der schönsten und mitunter auch recht wertvollen Stücke in Anzahl finden, so daß er sie zum Tausch verwenden und dadurch die Mineralien aus anderen Gegenden sich gleichfalls erwerben kann. Wer aber in einer, an Mineralien armen Gegend wohnt, wie z. B. München, wo man tagelang suchen kann bis man unter dem vielen Kalkgerölle einen wirklichen Kieselstein findet, der ist auf den Kauf angewiesen und die Anlage einer Mineraliensammlung ist daher nicht jedem möglich. Wer aber an eine solche geht, der beachte auch hier von vorne herein Ordnung in der Etikettierung, peinliche Reinlichkeit und Abhaltung von Staub, damit das ganze auch ein gefälliges Aussehen bekommt. Am besten bewahrt man die Mineralien in Pappschachteln von gleicher Größe auf, deren Boden

die Etiketten eingeklebt sind. Sämtliche Schachteln kommen in eine Schublade oder eine größere Schachtel mit Glasdeckel. Für gewöhnlich sind die Mineralien vor ständiger Einwirkung des Lichtes zu bewahren, da einzelne (Rosenquarz, blaues Steinsalz) sonst ihre Farben mit der Zeit einbüßen. Auch dürfen dieselben nicht feucht werden, was bei einer großen Anzahl von Salzen eine Zersetzung hervorrufen würde.

Sehr empfindliche Mineralien oder sehr kleine Stücke, welche leicht verloren gehen könnten, z. B. Goldsand, Silberkörnchen, bewahrt man am besten in Glasröhrchen auf, die man ja an einer starken Weingeistlampe beliebig ziehen, biegen und zuschmelzen kann (vgl. Fig. 30).

Inhalts-Verzeichnis.

Druckfehler.

S. 41 Z. 3 v. o. lies Geruch.
S. 103 a. Seitenzahl lies 103 statt 113.
S. 25 bei Kalisalpeter lies 1. statt 2.
S. 55 bei Graphit fehlt 2.
S. 56 bei Diamant fehlt 3.

Krystallnetze zu H. Morins Naturkunde, III. Teil. Mineralogie.

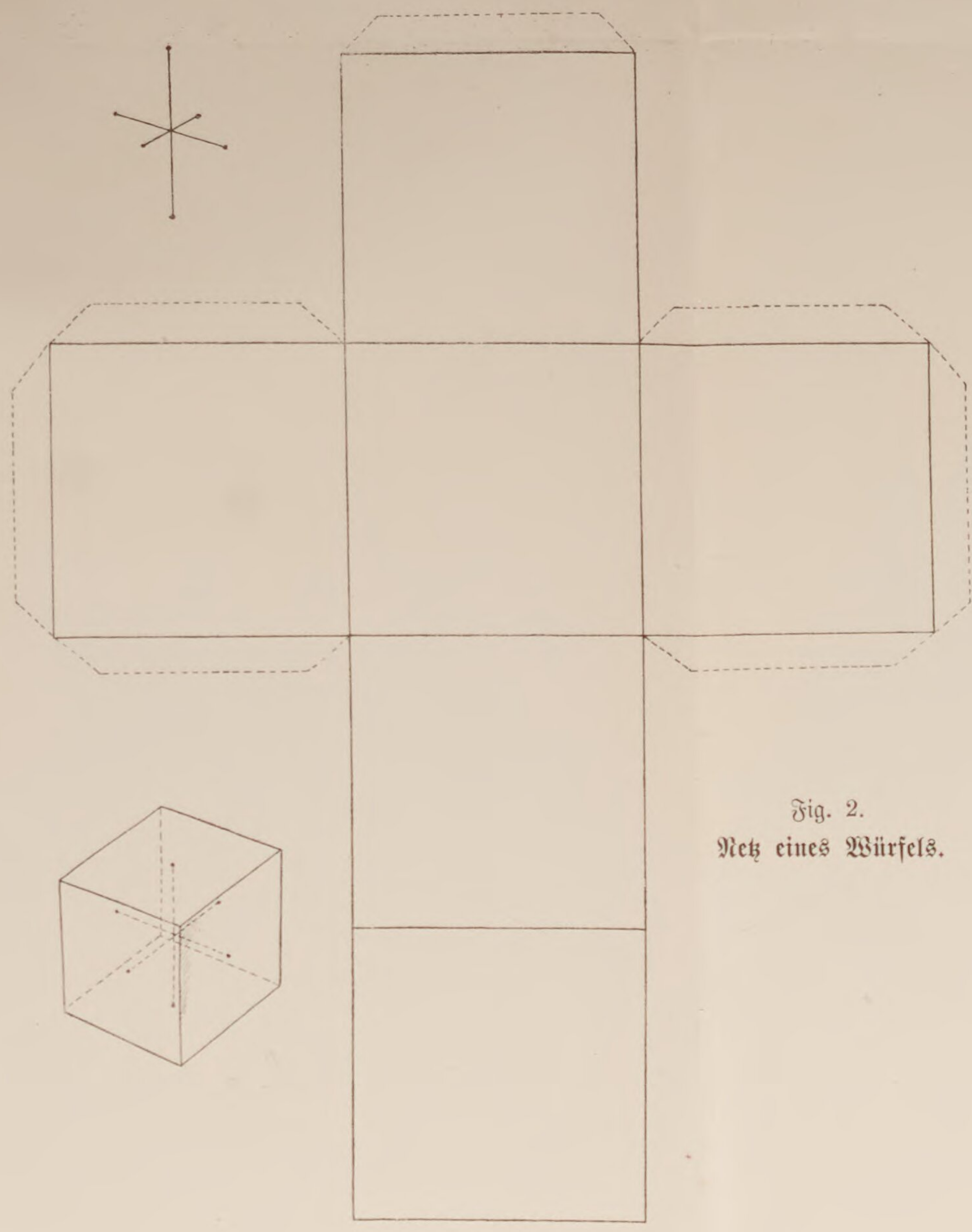


Fig. 2.
Netz eines Würfels.

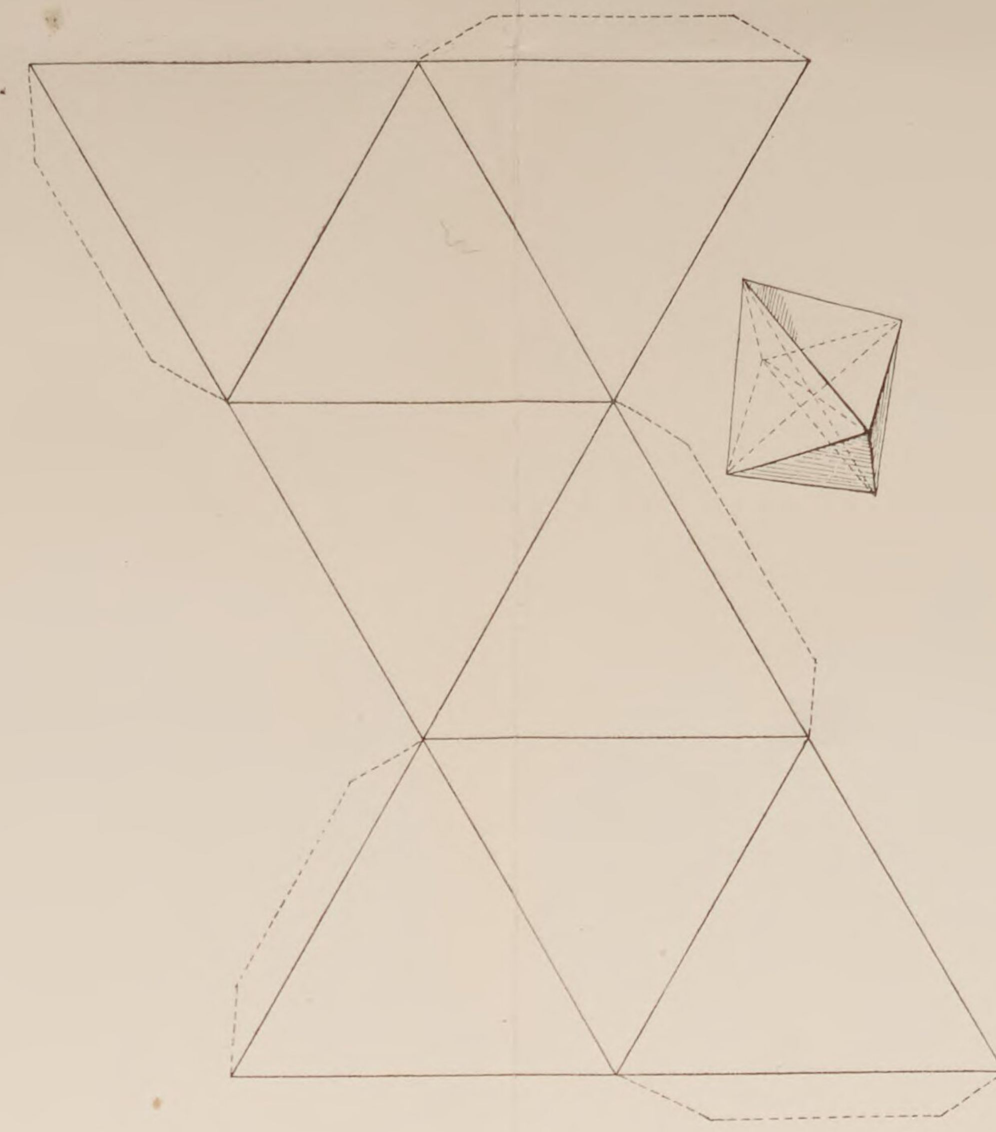


Fig. 3.
Netz eines regulären Oktaeders.

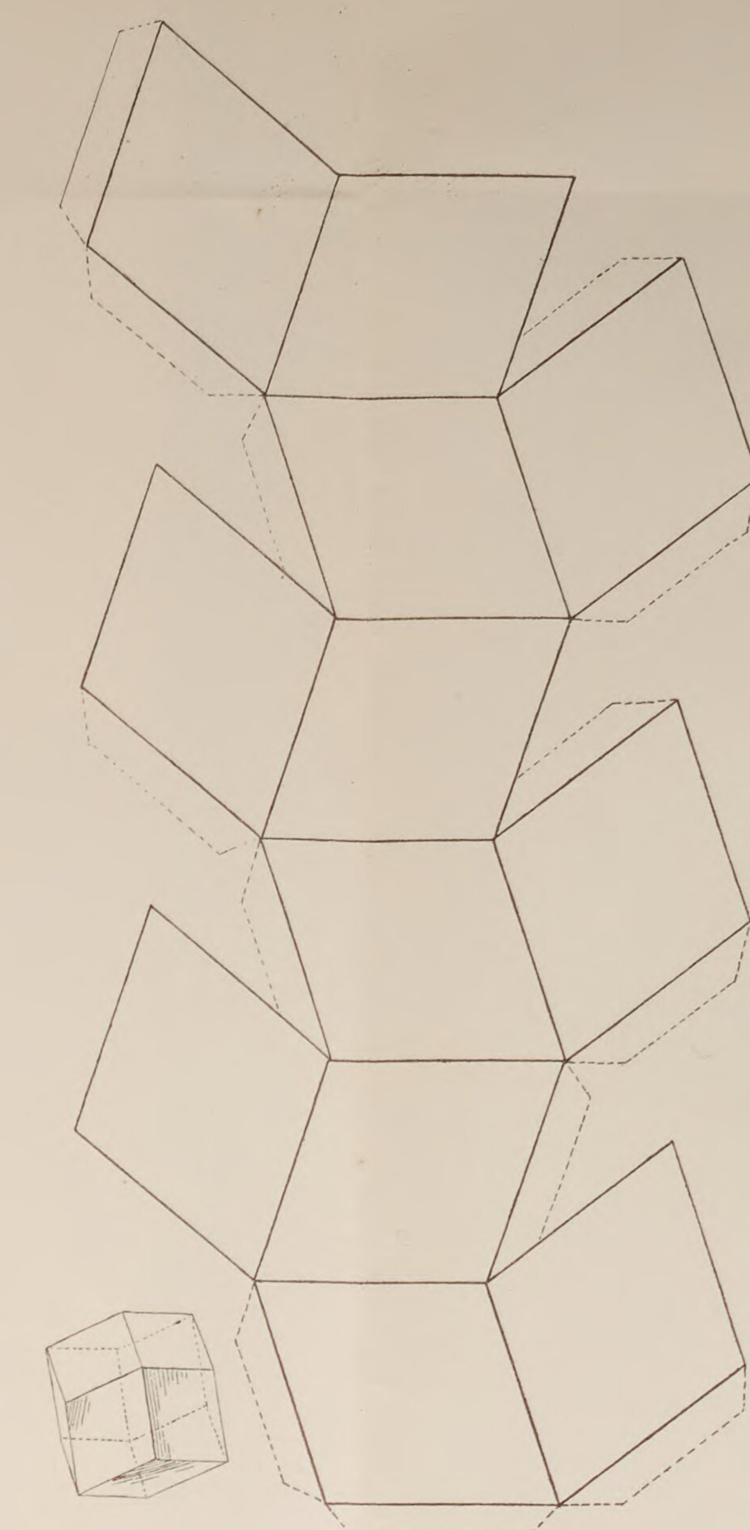


Fig. 4.
Netz des Rhombendodekaeders.

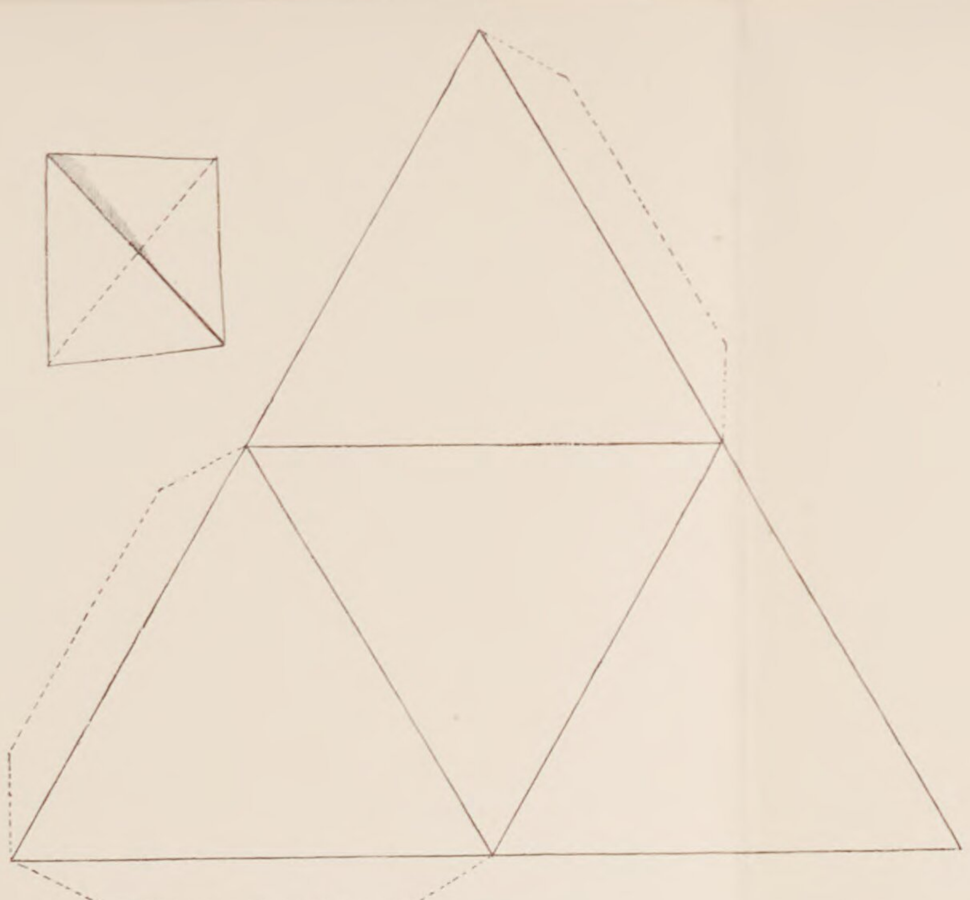


Fig. 6.
Netz des Tetraeders.

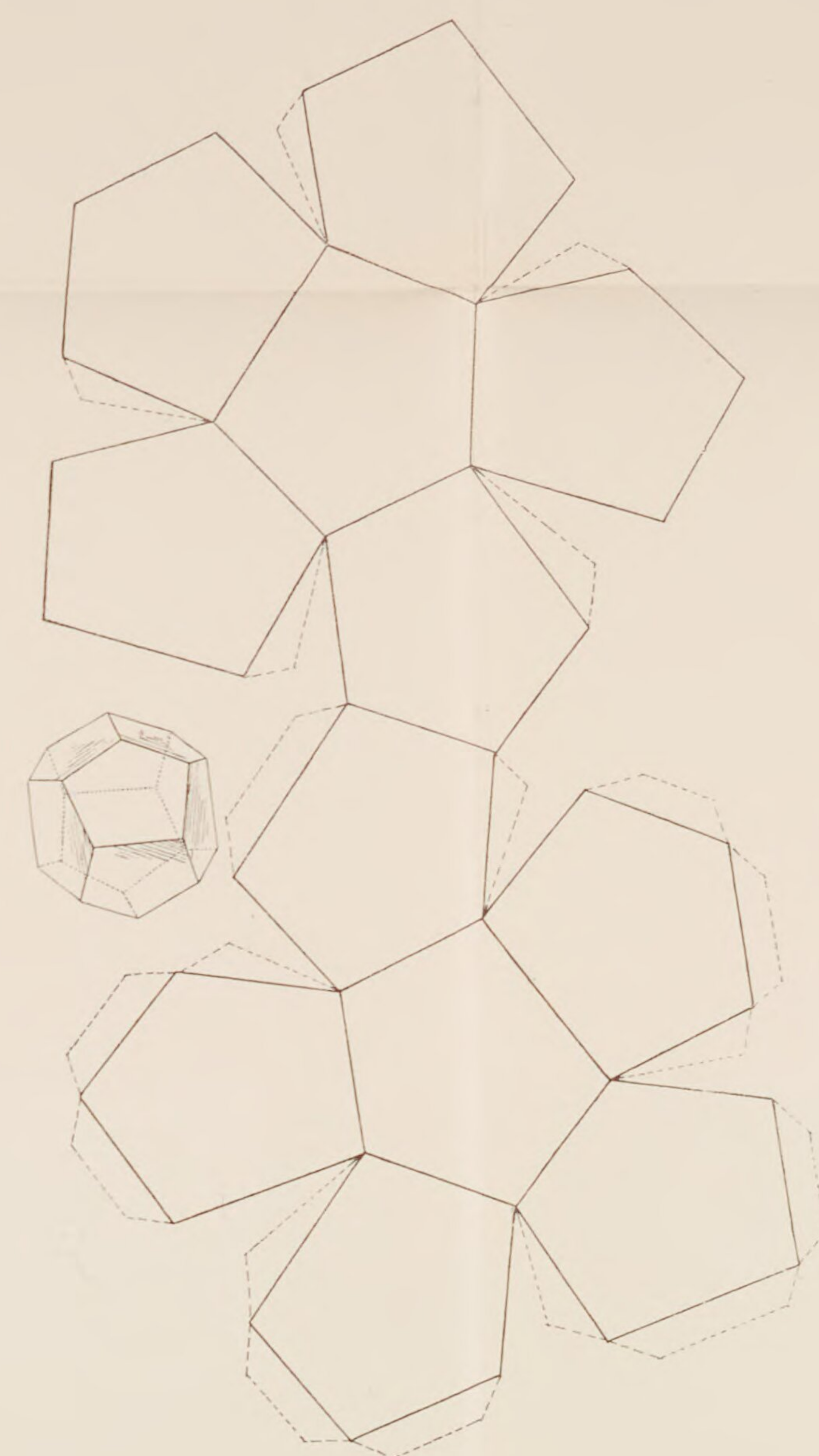


Fig. 5.
Netz des Pentagondodekaeders.

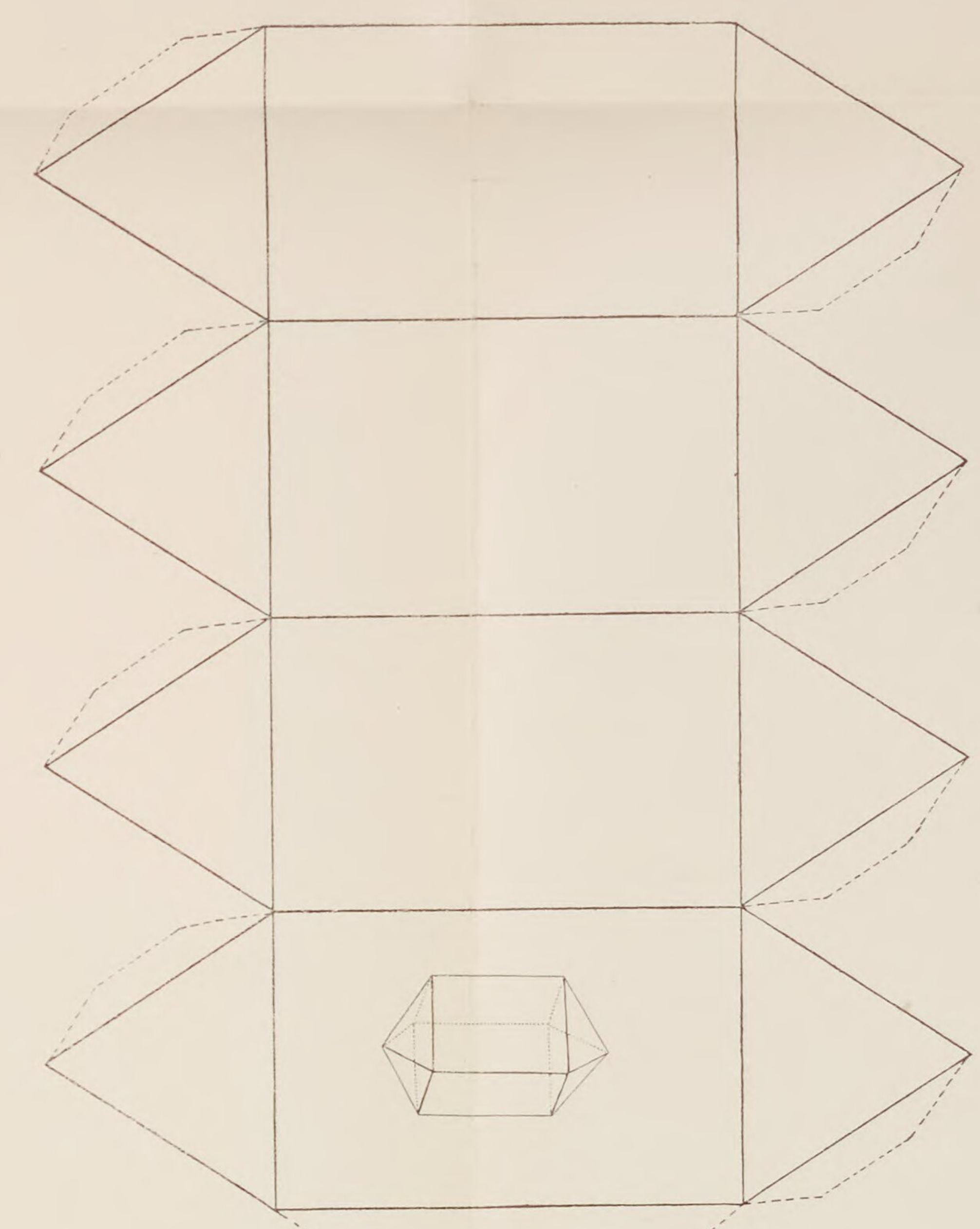


Fig. 7.
Netz eines tetragonalen Prismas mit aufgesetzter Pyramide.

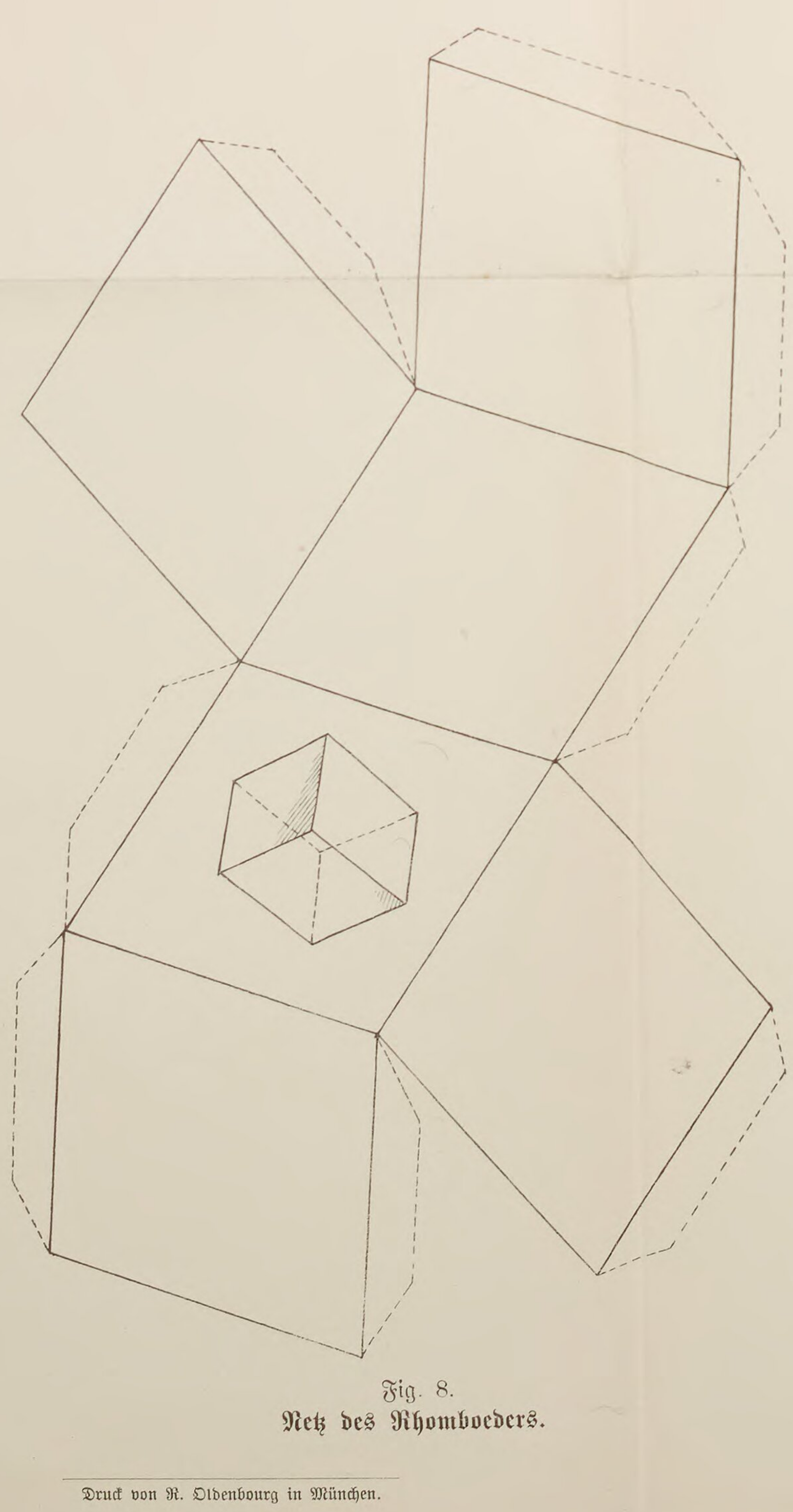


Fig. 8.
Netz des Rhomboeders.

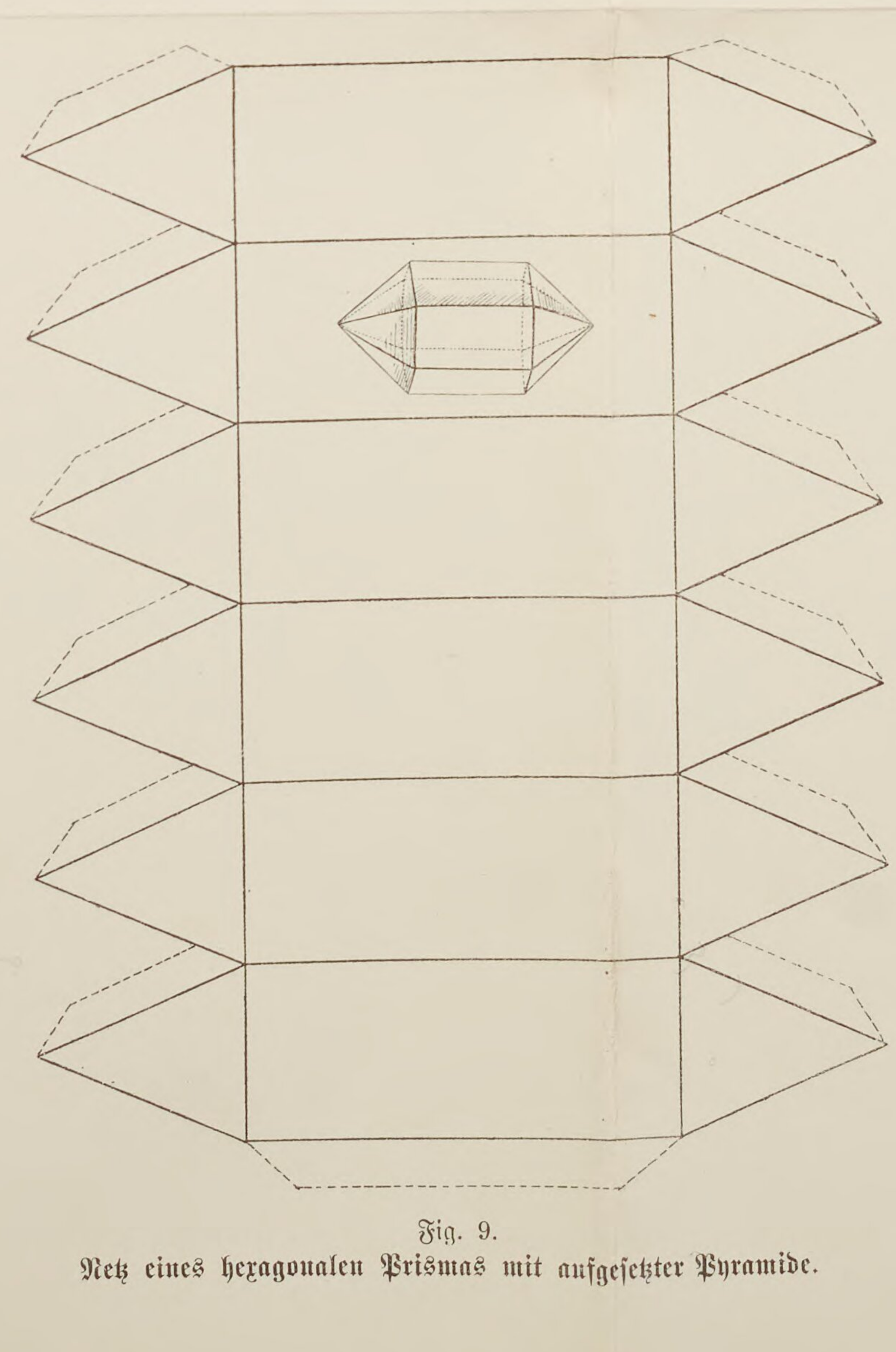


Fig. 9.
Netz eines hexagonalen Prismas mit aufgesetzter Pyramide.

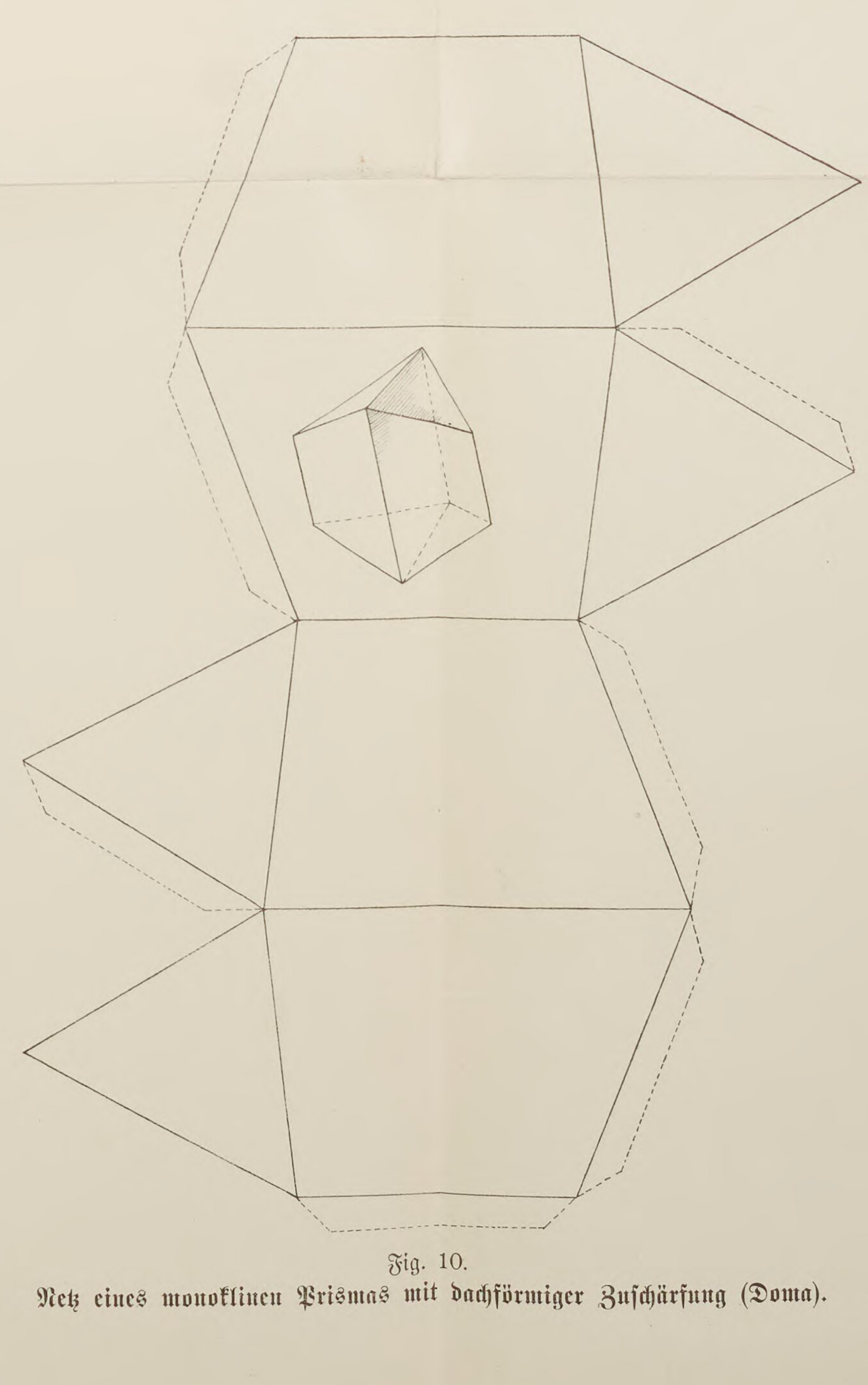


Fig. 10.
Netz eines monoklinen Prismas mit dachförmiger Zuschärfung (Doma).

Druck von R. Oldenbourg in München.

Ro
Ro
Ru
Ru
Ru

Sa

Sa
Sa

Sa
Sa
Sa
Sa
Sa

Si
Sa
Sa
Sa

Sa
Sa
Sa
Sa
Sa
Sa
Sa
Sa
Sa

Sa
Sa
Sa
Sa
Sa
Si
Si